新编博弈论平话

王则柯 著

中信出版社
CITIC PUBLISHING HOUSE

VISIT…

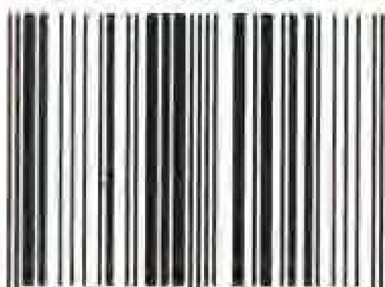
LANZAROTE Caliente.com

内容简介

- 经济学正经历着一场**博弈论革命**，人们表现出了解博弈论的热情。这是因为现代经济活动早已超出传统经济学讨论的模式。

- 本书从**囚徒困境、价格大战、慕尼黑谈判、诺曼底战役、所罗门王断案**入手，初步介绍博弈的描述，寻求纳什均衡的方法，并且展示**双赢对局、先动优势、后动优势、承诺和威胁及其可信性**等概念，以及**信息在博弈中的作用**。

- 博弈论研究还表明，人们的社会行为和市场行为，常常不能够归结为彻底的**"理性行为"**。由此兴起的**实验经济学**在本书中也有反映。

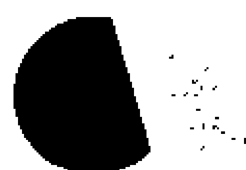




ISBN 7-5086-0017-7/F · 629
定价：25.00 元

新编博弈论平话

王则柯 著



中信出版社
CITIC PUBLISHING HOUSE

图书在版编目（CIP）数据

新编博弈论平话/王则柯著. —北京：中信出版社，2003.10
ISBN 7-5086-0017-7/F·629

Ⅰ.新…　Ⅱ.王…　Ⅲ.对策论-应用-经济-研究　Ⅳ.F224.32

中国版本图书馆CIP数据核字（2003）第093025号

新编博弈论平话

XINBIAN　BOYILUN　PINGHUA

著　　者：王则柯
责任编辑：杨桂凤　王荣静　　　**版式设计**：楠竹文化
出 版 者：中信出版社（北京朝阳区东外大街亮马河南路14号塔园外交办公大楼　邮编100600）
经 销 者：中信联合发行有限公司
承 印 者：北京忠信诚胶印厂
开　　本：880mm×1230mm　1/32　　**印　　张**：11　　**字　　数**：206千
版　　次：2003年11月第1版　　**印　　次**：2003年11月第1次印刷
书　　号：ISBN　7-5086-0017-7/F·629
定　　价：25.00元

版权所有·侵权必究

凡购本社图书，如有缺页、倒页、脱页，由发行公司负责退换，服务热线：010—85322521　010—85322522

E-mail：sales@citicpub.com

前　言

最近三十多年，经济学经历了一场博弈论革命。1994 年度的诺贝尔经济学奖授予三位博弈论专家，可以看做是一个标志，这也更激发了人们了解博弈论的热情。

经典意义上的经济学，以经济主体人的自利行为以及相应的市场反应作为研究的出发点。无论是消费者还是生产者，也无论是竞争形势还是垄断形势，基本上是经济主体人面对市场做出自己的最优决策。形势严峻也好宽松也好，行为的结果是主体人自己决策的结果。

拿同质商品的市场来说，像垄断（monopoly）那样没有对手的决策是比较简单的，“计算”生产和供应多少东西到市场上去可以实现最大利润就可以了。这时候，所论商品的市场价格由市场的需求和垄断企业的供给共同决定，因此说垄断企业是价格的决定者（price maker），当然还有另外一个价格决定者，那就是市场的需求。像完全（competition）竞争那样对手很多的情况下的决策

也比较简单，因为对手多了，他们的决策相互汇合，其中也包括相互抵消，结果“全体对手的决策”和市场需求合在一起，呈现可以预见的规律，从而可以把对手们的整体反应归结为主体人面对的一个市场。占有市场份额很小的每个竞争企业，不能影响所论商品的市场价格，因此说，竞争企业是价格的接受者（price taker）。这时候，给定商品的市场价格，竞争企业要做的就是“计算”应该生产和供应多少商品到市场上去，才可以实现最大利润。

现代经济活动早已超出上述模式。特别是当主体人不但面对市场而且面对其他作为对手的主体人的时候，主体人决策的后果，要由他自己的决策和他的对手的决策共同决定。前面说了，垄断和完全竞争这两种极端情形的决策，都是“计算型”决策。最困难和最不确定的是只有一两个对手的情形，每一方的市场份额都很大，每一个主体人的行为后果受对手的行为的影响都很大。这种面临不确定性的决策，不能不带有博彩的成分。博弈论（game theory）就是研究利益冲突的主体人的对局的理论。

作为一门学科系统地学习博弈论，不是一件容易的事情。事实上目前在我国，许多最好的大学，也只在经济学研究生中开设博弈论课程。我们正着手编写一本供经济类大学本科学生使用的博弈论教程，大概还需要一段时间才能够完工。这么说来，博弈论对于广大读者似乎只好敬而远之了，其实不然。系统地讲授博弈论固然对学生有很高的要求，但是通过比较浅显的例子和故事普及博弈论的一些知识和方法，阐发博弈论的一些思想和观念，应该还是大有作为的。博弈论的认真研究必须有人去做，博弈论的启蒙和普及也很有意义。常常听说人们抱怨国人素质不高。与其抱怨，不若做一些实实在在的事情。田忌赛马等历史故事说

明，我们的人民并不欠缺博弈论方面的天分。

本着这个宗旨，本书从价格大战、银行挤兑、搭便车行为、诺曼底登陆、破釜沉舟、所罗门王断案和慕尼黑谈判等入手，介绍静态博弈、动态博弈、纳什均衡、帕累托优势、风险优势、路径依赖、先动优势和后动优势、威胁的可信性等博弈论的基本概念，以及劣势策略消去法、相对优势策略画线法、确定混合策略纳什均衡的反应函数法、简单线性规划方法和动态博弈的倒推法等博弈论基本方法，帮助具有中学文化程度的读者了解博弈论的若干初步知识。

本书最早的构思，是从 1997 年开始，以《博弈论平话》为名在《南方日报》上开辟专栏，每周写一篇一千字左右的小品，写了大约一年。因为这个专栏，《南方日报》在广东获得了一等奖。后来我把这些专栏文章略加增补，编辑成书，1998 年在中国经济出版社出版。成书的时候，补充了一些稍许难一点的东西，因为这些内容不是“读报纸”就可以理解的，所以都编在三个附录之中。其中附录三相对独立，所以个别段落和本书的其余部分略有重复。

这一尝试得到许多读者的鼓励。在大学，有些院校甚至指定《博弈论平话》为经济管理类学生的必读或选读书目；在社会，囚徒困境、“双赢对局”等概念已经相当深入人心。功劳归于社会主义市场经济的伟大实践，功劳归于教育面向现代化、面向世界、面向未来的滚滚潮流。能够顺应潮流做一些力所能及的工作，我内心感觉安慰。

美国经济学家迪克西特和奈尔伯夫的博弈论通俗读物《策略思维》，强调策略思维的重要性。这次修改补充《博弈论平话》，

不仅包含我阅读和主持《策略思维》译校的许多体验，而且一些新增的案例和分析，例如第18节、第19节和其他几节，其主要内容和思想就取自他们这本出色的通俗读物。这是需要特别说明的，则柯不敢掠美。如果读者有兴趣比较这些案例和分析的两个文本，并且发现我在一些地方改写得比较好读一些了，那对我就是很大的鼓励。

这次修改扩充，还补充了其他一些应用实例。若干颇有深度的实例，原来以为读者接受起来会比较困难，但是在讲座中却发现，他们不但乐意学习而且能够领会。这次修订的另外一个重大的变化，就是博弈矩阵每个格子当中表示双方博弈所得的两个数字，从左向右顺排，改为左下角一个和右上角一个。我的讲座和我给人文学科学生开设的选修课的实践证明，这一修改对于不专修博弈论的读者较快熟悉博弈的表达，很有好处。还有一项变化，就是在一些章节非正式地增加了一些思考题和练习题。大家知道，思考得是否深入，有没有做过练习，对于学习一点学问，差别实在很大。我说“非正式”，是因为没有采用通常习题编排成1、2、3、4这样的形式。这样做，一方面不影响读者的阅读，另一方面却对自我要求比较高的读者提出了他们希望的比较高的要求，因为是否漏过了这些思考题和练习题，可以作为阅读是否深入的一种自我检验。

坦率地说，这次修改扩张还有一个动因，那就是正好在这段时间里，著名经济学家张五常教授一再指称“看不到博弈理论对解释经济现象有什么用处”（大意）。在经济学人的行列当中，张五常教授属于可以被一些人称为大师之列。张先生以往经济学研究之造诣，人所共知。在经济学那么多方向的发展之中，张先生特别挑选出博弈论做如此的评议，是很有趣的现象。则柯遂不揣

浅陋，提出若干商榷。无论外行看热闹还是内行看门道，都将各得其所，吾敬大师，吾爱真理。想来抛砖引玉，读者必然受惠。

我的电子信箱是 lnswzk@zsu.edu.cn，敬祈读者和专家继续帮助和批评。

王则柯

识于壬午年夏

新编博弈论平话

目 录

1 博弈论,从公明老弟讨价还价讲起 …………… 1
2 囚徒困境与严格优势策略均衡 ………………… 7
3 价格大战和双赢对局 …………………………… 12
4 为什么多数情形是非合作博弈? …………… 15
5 公共品供给的囚徒困境 ………………………… 18
6 情侣博弈和纳什均衡 …………………………… 21
7 情侣博弈的其他例子 …………………………… 25
8 “公明博弈”的优势策略均衡 ………………… 28
9 普通劣势策略消去法的讨论 ………………… 33
10 不会漏过纳什均衡的相对优势策略画线法 … 37
11 政治家的囚徒困境 ……………………………… 40
12 基数支付矩阵和序数支付矩阵 …………… 42
13 纳什均衡与杂货铺定位 ………………………… 45
14 西方两党政治的稳定性和欺骗性 ………… 49
15 动机和实现不是一回事 ………………………… 52
16 摊贩为什么都往市场门口挤? …………… 55
17 学校门口等出租车的争先行为 …………… 59
18 分“蛋糕”的纳什均衡 ……………………… 62

19 靠左走还是靠右走 …………………………… 66

19 银行挤兑的成因和预防 ……………………… 70

21 智猪博弈和"搭便车"行为 …………………… 73

22 为什么大股东挑起监督经理的重任 ………… 76

23 美苏争霸的囚徒困境 ………………………… 79

19 为"和平与发展"作博弈论论证 ……………… 82

25 如何让禁鸣喇叭成为交通顺畅的开端 ……… 85

19 普林斯顿的博弈论大师 ……………………… 89

19 桂冠学者，爱心玉成 ………………………… 92

25 从情侣博弈说经济模型 ……………………… 97

25 情侣博弈的哲理启示 ………………………… 101

19 博弈论不能包医百病 ………………………… 104

25 诺曼底登陆 …………………………………… 106

22 普林斯顿大学的一道习题 …………………… 109

25 诺曼底登陆模拟：取胜概率相等 …………… 112

34 诺曼底战役决策的天文气象因素 …………… 115

22 诺曼底战役的反间谍故事 …………………… 118

34 猎人博弈和帕累托优势 ……………………… 121

19 为什么说改革到了重要的关口 ……………… 124

38 串通作弊和风险优势 ………………………… 127

23 营造克己奉公的制度环境 …………………… 130

22 斗鸡博弈和航行规则 ………………………… 133

22 "最惠客待遇"对谁有利？ …………………… 138

19 风险优势的判定 ……………………………… 142

19 说说风险优势的从属地位 …………………… 145

34 风险厌恶的统计和理论 ……………………… 148

45 赌博和股市投机 …………………………… 151
45 中国股市:投机多赚的阶段终将过去 ……… 154
47 数据不同,结果各异 ……………………… 157
48 贵人行为理应高贵 ………………………… 161
47 路径依赖是怎么回事? …………………… 164
50 改革进程要注意路径依赖问题 …………… 170
50 先动优势和后动优势 ……………………… 173
52 再说后动优势 ……………………………… 177
50 博弈的展开式表示 ………………………… 182
54 策略作为完整的行动方案 ………………… 185
55 力保垄断的“进入障碍” ………………… 188
54 破釜沉舟和占岛断桥的战略 ……………… 192
50 “波音”与“欧洲空中客车”的争斗 ……… 195
54 博弈重复又如何? ………………………… 199
50 分“蛋糕”的动态博弈 …………………… 202
60 多轮博弈又如何 …………………………… 205
55 模型思维和语言表达 ……………………… 208
50 以牙还牙得冠军 …………………………… 212
52 以牙还牙策略的一个替代 ………………… 216
47 如果必须冒险,不妨先去冒险 …………… 220
52 博弈论向自己出难题 ……………………… 223
45 别人的信封总是更诱人 …………………… 226
55 精明过头没好处 …………………………… 230
55 串谋博弈实验 ……………………………… 233
55 实验博弈又一例:1美元的价格 …………… 237
45 孩子被绑票,付不付赎金 ………………… 241

71 如何确定歹徒的类型 ………………………… 245
72 威胁和承诺是否可信 ………………………… 248
71 信息甄别与威胁的可信性 …………………… 251
74 惩罚的保证 ………………………………… 254
75 所罗门王断案与偏好显示 …………………… 258
71 少数如何击败多数 …………………………… 261
77 贵在博弈论意识 …………………………… 266

附录一：混合策略和纳什定理 ………………………… 269
附录二：计算纳什均衡的反应函数法 ……………… 275
附录三：对策论、外交谈判及其他…………………… 290
附录四：作为“最后归宿”的纳什均衡 ……………… 306
附录五：子博弈精炼纳什均衡 ……………………… 311
索　　引…………………………………………… 332



博弈论，从公明老弟讨价还价讲起

公明老弟小康的日子没过几天，就已经晋升为“豪宅阶层”的成员，再次成为全国学术界瞩目的人物。朋友问他，这一袭装修，总得二三十万吧？他很得意地说：“只花了十万多一点，我就把它拿下。”

这位提问的老兄，显然不知道市场行情。看到公明老弟先“豪”起来的住宅，艳羡之下，就冒出来二三十万的感叹。其实，怎么说也不必这个数，哪怕是在那个通货膨胀的年代。不过公明先生善解人意，就往大报了个“十万多一点”，留给对方面子。

公明是才能的多面手，本业以外，建筑装修都懂一点儿，讨价还价也很内行。为了营造“豪宅”，他事事亲力亲为，连木料、瓷片都自己准备，不让装修商沾手。我跟他说，你的这份才能那么高强度地使用了几个月，报酬少说也该值个十万八万。如果是做装修中介，那么高效率、高强度地为好多人家服务，报酬一二十万应该不成问题。现在同样操这份心却只为自己一家，从经济学上说犯了“规模不经济”的忌，价值会比一二十万小，但总不

能不计这份劳动呀。因为给自己干，就不觉得付出的是成本，就觉得不必给自己计算报酬。这正是经济学家告诫人们做事情的时候不要忘记的"内隐成本"。

话虽这么说，公明却也不是所有才能都可以上市并且都愿意上市的人。他的上述装修策划才能原来没人知道，所以从需求的方面就没有市场；现在朋友知晓了，如果适当宣传广告一下，他是可以做这个营生的，可是他有更大的志向，于是自己就从供给的方向否定了这样的市场。公明是难得的明星学者，正在策划和实践漫游世界广播人间的大事。自己张罗新居的装修，求的只是那一份得意。

"豪宅"圆穹形的石膏天花板，是朋友们赞叹不绝的杰作，它也记录了公明得意的讨价还价的成功经历。石膏天花板的圆穹大小要因宅而异，才能够做到配合有致，显示创意。公明设计了大样，提出了尺寸，到石膏造型装修行定做，装修行说要 2 000 元。公明问为什么那么贵，装修行说公明要求的那个尺寸他们过去没有做过，需要重新做一个模子。做新模子当然需要另外计算成本，所以比较贵。

公明这家伙鬼得很。商谈了半天，价钱降不下来，他就提出是否把装修行做过的石膏天花板圆穹的"档案"拿给他看一看。真是"不说白不说"，想不到装修行最后竟同意了。公明拿出他万金油内行的架势，指着尺寸最接近、图案也比较合意的一个对装修行说，就按这个尺寸做。结果，装修行不能以模子的成本作砝码，价钱硬是给压低了许多。

我说："公明老弟，你还懂一点儿博弈论呢！"公明大惑不解："怎么就博弈论了？"

看官莫急，且听我慢慢道来。

话说经济学在20世纪经历了两场革命，一场是20世纪上半叶全面运用边际分析方法的“边际革命”，一场是最近30年渐成态势的“博弈论革命”。所谓边际分析方法，实质上不过是微分学的概念和方法在经济学中的移植和运用。在完全信息竞争市场和完全信息的垄断情形，可以说企业的决策就是“计算”，这是前面我们说过的。所以，边际分析相当好地解决了完全信息竞争市场和完全信息垄断情形企业的经济学决策的理论问题。

比竞争和垄断都困难的是所谓寡头经济（oligopoly）的情形，一个行业里面只有少数几家企业，甚至只有两三家企业，每一方的市场份额都很大。这时候，因为同业竞争的对手很少，每一个主体人的行为的后果，受对手的行为的影响都很大。博弈论研究的就是在这种情况下利益冲突的主体人的对局的理论。

寡头情况下企业面对的市场不是信息完全的市场，因为你不知道强大的对手将怎么做。大家都有过因信息不灵而遭受损失的经验。现代经济错综复杂，信息不完全的后果就更加严重。现代经济瞬息万变，等到信息完全清楚了才决策和行动，一定会贻误战机。这就迫使企业家经常要在信息不完全的情况下做出决策，这样的决策必然带有博弈的成分。信息经济学常常从博弈论入手，特别是依博弈论的思路展开，就是这个道理。以博弈论观念和博弈论方法改造整个经济学，就是所谓博弈论革命。

诺贝尔经济学奖在1994年授予从事博弈论研究的学者，在

1996 年和 2001 年授予从事信息经济学研究的学者，是这场革命的标志。

人们的工作和生活，可以看做是永不停息的博弈决策过程。报考什么学校、选择什么专业、从事什么样的工作、怎样开展一项研究、如何打理一盘生意、该和谁合作、做不做兼职、要不要竞争总裁的职位，甚至是该和谁结婚、要不要孩子、怎样将孩子抚养成人等，所有这些都只不过是人生重大决策的几个例子。在这些决策中，存在一个共同的因素，那就是你并不是在一个毫无干扰的真空世界里做决定。相反，你的身边全是和你一样的决策者，他们的选择与你的选择相互作用。这种互动关系自然会对你的思维和行动产生重要的影响，而且别人的选择和决策直接影响着你的决策结果。

为了解释和理解博弈决策的相互影响，我们不妨设想一个桥梁设计师的决策和一个战场指挥官的决策会有什么区别。当桥梁设计师考虑怎样建造桥梁的时候，如果地质情况清楚，他不必担心石头可能会主动跳起来跟他过不去。因此我们说，他的“工作环境”原则上是被动的和中立的，环境不会对他表现策略对抗。然而，当一名将军打算消灭敌方军队的时候，不仅他的每一步计划都会招致抵抗，而且他还面临对方主动的攻击。他必须设法克服这些抵抗和攻击。

和这名将军一样，你必须意识到，你的商业对手、未来伴侣乃至你的孩子都是聪明而有主见的人，是关心自己利益的活生生的人，而不是被动的和中立的角色。一方面，他们的目标常常与你的目标发生冲突；另一方面，他们当中包含潜在的合作因素。在你做决定的时候，必须将这些冲突考虑

在内，同时注意发挥合作因素的作用。可见，你需要学习博弈论的策略思维。著名经济学家保罗·萨缪尔森说，“要想在现代社会做一个有文化的人，你必须对博弈论有一个大致了解”，就是这个道理。

写作“博弈论平话”的动机，就是向读者介绍一些博弈论知识，以便提高策略思维的智商。就学术脉络而言，公明老弟的博弈，本来只是一个可以替代的引子。问题是，和公明老弟的上述对话，的确是写作《博弈论平话》的最初的动因。

商战如军战，战争、外交谈判和西方政党争执都在本书的讨论之列。我们还要谈及一些和博弈论有关的美丽故事。博弈的另一个说法是“游戏”。玩游戏需要用到许多不同类型的技巧。其中一种是基本技巧，比如打篮球不能缺少的投篮能力、在法律界工作不能缺少的案例积累、玩扑克游戏的时候还需要一张不动声色的面孔等。博弈论的策略思维则是另外一种技巧。策略思维从你的基本技巧出发，考虑的是怎样将这些基本技巧最大限度地发挥出来。

值得注意的是，任何书本都无法向读者提供一本类似“策略大全”这样的东西。书本只能帮助读者建立策略思维的意识，了解一些基本概念和原理。假如你想将它们运用于你自己面临的某一个具体情况，并且做出正确的决策和选择，那么你还得再做一些体现你自己的创造性的工作。俗话说，具体情况具体分析。每个博弈的具体条件都不尽相同。如果我们愚蠢到声称给你开出用于指导行动的万能处方，到头来只能是弄巧成拙，不仅可能害苦了你，而且败坏我们自己作为学者的名声。如果你受到启发，面临决策的时候觉得思路

比较过去清楚了一些，那就值得庆贺。应该说，博弈论这门科学远未达到圆满的境界，特别是在“临床”实际应用方面。更何况，本书只是一本普及的小册子。策略思维与其说是一门科学，不如说是一门艺术。至少我们愿意说，博弈论的临战应用，更像一门艺术。



2 囚徒困境与严格优势策略均衡

在西方国家，一次严重的纵火案发生后，警察在现场抓到两个犯罪嫌疑人。事实上正是他们为了报复而一起放火烧了这个仓库，但是警方没有掌握足够的证据。于是，警方把他们隔离囚禁起来，要求坦白交代。如果他们都承认纵火，每人将入狱三年；如果他们都不坦白，由于证据不充分，每人将只入狱一年；如果一个抵赖而另一个坦白并且愿意作证，那么抵赖者将入狱五年，而坦白者将得到宽大释放，免予刑事处罚。这样，两个囚徒面临的博弈格局如下，每个格子中左下角的数字是甲的赢利或得益，右上角的数字是乙的赢利或得益，现在都不是正数（见下页图）。

如果两个囚徒都是只为自己利益打算的所谓“理性主体人”(rational agent)，对策可能的结果会怎样呢？如果乙抵赖，甲坦白，则甲可以得到宽大释放；如果乙坦白，甲也坦白，则甲要坐三年牢，但是甲抵赖可要坐五年牢。可见对于甲来说，不管乙采取什么策略，他坦白总是比较有利的。所以两相比较，坦白是他的全面的严格的优势策略。全面，指的是不论对方采取哪种策

		乙	
		坦白	抵赖
甲	坦白	−3 −3	−5 0
	抵赖	0 −5	−1 −1

囚徒困境

略，我的这个策略总显示优势：对方坦白，我坦白比抵赖好；对方抵赖，也是我坦白比抵赖好。严格，指的是这个优势策略的结局确实要好一些：对方坦白，我坦白得－3，确实比抵赖得－5好；对方抵赖，我坦白得0，也确实比抵赖得－1好。这里，严格是说：－3不仅仅是不差于－5，而且是严格好于－5；0不仅仅是不差于－1，而且是严格好于－1。"全面的严格的优势策略"说起来拗口，我们约定以后就简称严格优势策略（strictly dominant strategy）。优势和劣势是比较而言的。在这个博弈中，既然坦白是严格优势策略，那么抵赖就是相应的严格劣势策略（strictly dominated strategy）。

同样，坦白也是乙的严格优势策略，抵赖也是乙的相应的严格劣势策略。

理性的主体人是不会采用对自己明显不利的严格劣势策略的，所以在分析博弈可能的结局的时候，我们应该把局中人的严格劣势策略删去。这样，在上述博弈中把双方的严格劣势策略都删去，我们就得到囚徒困境的结局为：双方坦白，各得－3。

经济学习惯把市场力量对峙的稳定结局，叫做市场均衡（equilibrium）。比方说电视机的市场，供不应求将驱使价格上升，供大于求将迫使价格下降。供求力量对峙的结果，会在某个价格水平达到市场供求的均衡。像上面这样用删去劣势策略的方法得到的由严格优势策略组成的博弈均衡，叫做严格优势策略均衡（equilibrium of strictly dominant strategies）。

在囚徒困境（Prisoner's Dilemma）博弈矩阵格式中，下面一行是甲的严格劣势策略，右面一列是乙的严格劣势策略，把它们都删去，就得到"坦白，坦白"得"—3，—3"这个严格优势策略均衡。注意，在"—3，—3"或者（—3，—3）这样的写法中，第一个数字是甲之所得，第二个数字是乙之所得。或者说，面对上述形式的博弈表达，（—3，—3）这样的写法中，第一个数字是表格左方博弈参与人之所得，第二个数字是表格上方博弈参与人之所得（见下图）。

		乙：坦白	乙：抵赖
甲	坦白	**—3**, **—3**	0, —5
甲	抵赖	—5, 0	—1, —1

囚徒困境

为节约篇幅，下面将只在"矩阵表格"里用黑体字把结果的位置表示出来。注意，这里讲的严格优势策略，是全面的严格的优势策略：不论对方采取什么策略，我采取这个策略总比采取任

何别的策略都好，而且要确实显出好来，不打平手。被全面的严格的优势策略压住的那个策略，才叫做严格劣势策略。像上面那样通过把严格劣势策略删去的方法寻求对局结果的方法，叫做严格劣势策略消去法。如果甲乙都有三四个甚至更多的策略选择，通常需要一次又一次地把严格劣势策略删去，才有可能最后得到一个均衡。一次又一次地把严格劣势策略删去以寻求对局结果的方法，叫做严格劣势策略逐次消去法（iterated elimination of strictly dominated strategies）。

这里，有两点必须向读者讲清楚。第一，实际生活中的人，常常也关心别人的利益，但是经济学在讨论决策主体人的行为的时候，却限于讨论只关心自己利益的“理性主体人”。这就是所谓“理性主体人”假设。如果你以为这样讨论出来的结论会把世界描绘得不那么美好，那么不妨换一个角度想：如果人们只关心自己利益的情况结果都不太坏，那么我们这个多数人还关心别人的世界，可能会比经济学讨论出来的结论更美好。这样想，你会不会感到舒服一些？

说到这里，我们必须指出，如果人们都不是经济学假定的理性人，世界的情况肯定不会比现在好。不过这是题外话，这里就不展开了。茅于轼教授曾经以我国古典小说《镜花缘》君子国中人们如何做生意为例，精彩地说明专门利人总是不为自己着想，不但一定会导致社会资源的巨大浪费，而且反而会带来道德方面的问题。

第二，两个人都抵赖，非常恶劣，却每人只判刑一年，不是太不合理了吗？是的，我们可以想像这是某些西方国家半个多世纪以前的情况。国外刑法中有所谓“无罪推定”的原则，就是在

得到足够的直接证据以前，任何嫌疑人都要先假定他无罪。原则本来不错，我国也在朝这个方向发展。但他们有时候会像O·J·辛普森案那样，把无罪推定的原则夸大到极端的地步，造成抵赖者反而得到便宜的可能。本书不讨论刑法，这个问题说明一下也就算了，相信读者不会由此而产生误会。重要的是，读下去你就会知道，囚徒困境的例子可以用来说明经济博弈的许多现象和深刻思想。

上面这种用同一个矩阵表示两个参与者的得失的做法，来自博弈理论的一位先驱者托马斯·谢林（T. C. Schelling）。他曾经说过："假如真有人问我有没有对博弈论做出一点贡献，我会回答有的。若问是什么，我会说我发明了用一个矩阵反映双方得失的做法……我不认为这个发明可以申请专利，所以我免费奉送，不过，除了我的学生，几乎没有人愿意利用这个便利。现在，我也供给各位免费使用我发明的矩阵。"

谢林教授这么说，实在是太谦虚了。要知道，他在1960年出版的著作《对抗的策略》，迄今仍是博弈论方面很有影响的文献。他的其他论著有《抉择与后果》、《军备与势力范围》、《策略分析与社会问题》等。他对博弈论有很大贡献。



价格大战和双赢对局

现在看两个企业“价格大战”的例子。

两个企业合起来垄断或几乎垄断了某种商品的市场，经济学把这种情形称为双寡头经济（duopoly）。双寡头经济是寡头经济的一种，寡头可以有好几个企业，双寡头只限于两个企业。两个企业都想打垮对手，争取更大的利润。可口可乐公司和百事可乐公司几乎垄断了美国的碳酸饮料市场，他们之间的争斗可以说就是这个样子的争斗。

争斗的目的，最后当然是增加自己企业的利润。可能有些读者会想，要增加利润，那就要提高商品的价格。东西卖得贵了，钱不就赚得多了吗？的确，如果只有你一家企业垄断了整个市场，提高价格可能会增加你的利润。现在存在两家相互竞争的企业，消费者可以在两家之间选择。这时候，提价的结果不仅不能增加利润，反而可能会使自己企业的利润下降。这里，重要的因素是市场份额。如果你提价，对方没有提价，你的东西贵了，消费者就不买你的东西而买你对手的东西。这样，你的市场份额会

下降很多，利润也会随之下降。这是历经市场经济洗礼的读者都明白的道理。对方的价格没有提高，生意比原来好得多，利润就可能大幅度上升。但是如果两个企业都采取比较高的价格，消费者没有别的选择，贵也只好买，两个企业的利润都会上升。

假定两个企业都采取比较低的价格，可以各得利润 30 亿美元；都采取比较高的价格，各得 50 亿美元利润；而如果一家采取较高的价格而另一家采取较低的价格，那么价格高的企业的利润为 10 亿美元，价格低的企业因为多销利润将上升到 60 亿美元。究竟是采用较高的价格好还是较低的价格好，两个企业面临的博弈或对策可以用下图表示出来，单位是 10 亿美元，现在都是正数。因为是关于对策的学问，因此博弈论也叫做对策论（见下图）。

百事可乐公司

可口可乐公司	低价	高价
低价	3, 3	6, 1
高价	1, 6	5, 5

价格大战

很明显，对于两个企业，高价都是它们的严格劣势策略，所以根据严格劣势策略消去法，双方价格大战的结果，是左上方都取低价各赚 30 亿美元的情况。

比较囚徒困境的对策和价格大战的对策，细心的读者可以发现，要是把囚徒困境对策的矩阵表示中的每个数字都加上 6，正

好就变成了价格大战对策的矩阵表示。如果你一开始就发现了这一点，价格大战的结果就不需要重新用严格劣势策略消去法来做了，马上可以肯定是左上方的格子。事实上，每个数目都加大6，那么优势的仍为优势，劣势的仍为劣势，对局形势并没有任何实质性的变化。下面我们还会进一步看到，许多商战的对策形势，都可以像价格大战对策那样，归结为囚徒困境对策。这也是为什么博弈论的书通常都要从囚徒困境对策讲起的原因。

为什么两个企业那么蠢要进行价格大战呢？那是因为每个企业都以对方为敌手，只关心自己一方的利益。在价格博弈中，只要以对方为敌手，那么不管对方的决策怎样，自己总是采取低价策略会占便宜。这就促使双方都采取低价策略。如果清楚这种前景，双方勾结或合作起来，都实行比较高的价格，那么双方都可以因为避免价格大战而获得较高的利润。有人把这种合作叫做“双赢（Win-win）对局”。在上述企业价格大战博弈中，如果双方勾结或联手都不降价，则都将是双赢对局的赢家。



4 为什么多数情形是非合作博弈？

博弈论主要研究非合作的博弈。本书也将基本上不谈合作或勾结的情形，这有两方面的原因。

从经济的角度来看，如果几个大企业联手或勾结起来形成对行业的垄断，谋求最大利润，那么它们结成的联盟，称为“卡特尔”（cartel），卡特尔因为由自主的企业组成，所以很不稳定。以产量竞争来说，组成卡特尔，就要讨价还价，达成限制产量的协定，总产量因为协定的限制降低了，价格也就会上去，可能比结成卡特尔以前高出很多 这时候，谁要是偷偷地扩大产量，他可能占到很大的便宜。卡特尔联盟和组成联盟的成员之间的关系，不是上下级的关系，不是谁服从谁的关系。卡特尔的成员都是独立的经济主体，只不过为了利益关系走到一起来了。偷偷违反协议增加产量或提供优惠会捞到很大的便宜，这就促使一些成员违反协议。所以说，卡特尔本身就提供了瓦解卡特尔的激励。在人类经济活动中，除了石油输出国组织欧佩克（OPEC）一度比较成功以外，卡特尔成功的例子实在很少。

欧佩克之所以比较成功，很大的原因在于它的最大的成员国沙特阿拉伯"自律"较严。石油产量最大的沙特阿拉伯自律严了，在一段时间以内就可以避免其他成员违反协议，造成危害卡特尔的结果。沙特阿拉伯为什么自律较严，我们在后面将会谈到。

从政府管制的角度来看，卡特尔在许多情况下是非法行为。在 20 世纪 80 年代电风扇大战时，我国电风扇企业曾经一起协议制定最低价格，规定什么类型的电风扇至少要卖多少钱，不许把价格降到比协议规定的价格还低的水平，其目的无非是不要竞相降价，以免大家的利润都下降。这就是卡特尔行为。很快，国务院就发出文件，指出该协议非法。这主要是不许企业联手抬高商品价格损害消费者的利益。从原则上说，政府鼓励企业之间的竞争，因为企业竞争会给广大消费者带来很大的好处。比如在 20 世纪 90 年代，我国移动电话市场原来基本上是一家垄断，设置使用一部移动电话的费用高达一两万元。后来打破了这一垄断，允许几家企业共同经营，设置一部移动电话的费用很快就降到三四千元，现在更下降到千元以下。

初看起来，鼓励竞争似乎对企业不利，使企业不容易赚钱。但是只有这样，才能激励企业改善管理，开发技术，努力以较低的成本生产质量较好的产品，提高企业的市场竞争力。由于历史的原因，我国绝大多数企业在国际市场上的竞争力还很低。竞争力不是天生就有的，它本身就是竞争的结果。若不首先让我们的企业在国内市场好好竞争，他们在国际市场就不可能有强大的竞争力。

发达国家对垄断现象和卡特尔现象的限制往往更加严厉。20 世纪 70 年代，美国两家航空公司的老总在电话交谈中有一句话有试探对方票价走向的意图，马上受到反托拉斯局的检控和惩

罚。更典型的例子是20世纪80年代，经过多年的辩论和漫长的立法程序，美国把原来垄断电话通讯市场的AT&T公司强行分割为几个公司。分割以后，由于公司之间的竞争，电话服务的价格很快就下降了一半，再加上竞争激励出来的技术进步，现在用电话卡从美国往中国打电话，一分钟只要几美分。我国电话服务市场长期是垄断的，所以直到前几年，在我国许多地方，装一部电话不仅要花三四千元，而且还要排队等待不少时间才能装上。但是在许多发达国家，如果你要装电话，只需通知电话公司，马上就会给你装好，完全不用缴纳什么安装费。由于竞争，如果你把选择的电话服务从原来的公司撤出来转到另一家公司，新的公司还会给你奖励，比如说奖励你30分钟的国内长途电话费，再加一件T恤什么的。现在，我国电话服务市场开放竞争，消费者固然马上得到实惠，服务水平也在明显上升。

由于合作和勾结不容易，更由于政府多半都鼓励竞争，所以本书将主要研究非合作博弈。



5 公共品供给的囚徒困境

公共品和私人品的性质很不一样。私人品是私有私用，除了像他穿得整齐你看着也舒坦那样十分间接的效应以外，别人很难沾什么光。公共品则不一样，一旦不管是谁提供出来，许多人都可以享用。典型的如路灯，只要有人装了，路人都将得到好处，哪怕他没有为此贡献过一分一厘。

设想农村某地有一个只有两户人家的小居民点，由于道路情况不好，与外界的交通比较困难。如果修一条路出去，每家都能得到“3”那么多好处，但是修路的成本相当于“4”。要是没有人协调，张三、李四各自打是否修路的小算盘，那么两家博弈的形势如下：如果两家联合修路，每家分摊成本“2”，各得好处“3”，两家的纯“赢利”都是“1”；如果一家修另一家坐享其成，修路的一家付出“4”而得到“3”，“赢利”是“－1”，坐享其成的一家可以白白赢利“3”（这是因为我们假设修路的并没有路的地权，他总不能因为修了路就不让邻居走）；如果两家都不修路，结果两家的赢利都是“0”。归纳起来，就是下页图所示的博弈。

李四

张三	修	不修
修	1, 1	−1, 3
不修	3, −1	**0**, **0**

(每格中前一数字为张三的得益，后一数字为李四的得益)

修路博弈

在这个博弈中，修路是张三的严格劣势策略，我们应该把它消去；修路也是李四的严格劣势策略，所以也应该把它消去。这样运用严格劣势策略消去法，我们就得到黑体字所示的这个博弈的严格优势策略均衡：两家都不动手，大家都得零。

一般来说，乡下地方如果张三只有李四一家邻居，李四只有张三一家邻居，他们多半会守望相助，关系比较好。这样的两家自然会好好商量修路的问题，一起把路修好，大家都得到好处。相反的极端情形，两家有仇也是可能的，那就麻烦了，不是什么修路不修路的问题，迟早要出事。但是，这两种情形都不在博弈论讨论之列。

如果不另外声明，博弈论讨论所牵涉的局中人，都是经济学上所讲的“理性人”，他们只为己，但是并不刻意害人。现在城市公寓里面的不少居民在邻居关系上，有时候差不多就是这种理性人的关系。对于他们来说，都市化进程的一个副产品，就是“身旁的人已不再熟悉”，陌如路人。如果没有公寓物业管理方面的制度安排的话，新公寓家家装修一流，可是楼道就杂乱无章，常常还阴暗得很。路灯坏了，往往长久没有人修理。修路灯也和

修道路一样，是一个大家都袖手旁观才是"严格优势策略均衡"的博弈。

这就是公共品供给的囚徒困境：如果大家都只从自己得益多少出发考虑问题，大家都只打自己的小算盘，结果就谁也不作为，对局锁定在"三个和尚没水吃"的局面，排除了合作双赢的前景。

所以，公共品问题一定要有人协调和管理。就一个国家来说，最重要的公共品是国防、教育、基础设施和其他政府部门。政府责无旁贷，要用好来自纳税人的钱，把文化教育、社会保障、基础设施和国防公安等事情做好。机关大院、居民小区要有专人协调管理，把身边看起来很琐碎但是弄不好有损工作条件和生活环境的事情做好。

发达国家一方面比较讲究个人意志，另一方面对公共秩序的管理十分严格。比方说你买了房子，一方面房子连同地皮都是你的私产，另一方面你不能对你的私产为所欲为。哪怕只是草地没养好，破坏了小区的格调，社区也要管你。邻居对于你没有管护好草地影响了小区的格调的抱怨、邻居对于你喜欢大声喧哗扰人清梦的抱怨，都通过社区匿名地通报给你。



情侣博弈和纳什均衡

以上讲过的博弈均衡，都是严格优势策略均衡。我们已经知道，这种由全面的严格的优势策略组成的均衡，可以用严格劣势策略逐次消去法做出来。可惜，很多博弈没有由全面的严格的优势策略组成的严格优势策略均衡。下面讲的情侣博弈就是一个例子。

情侣还讲什么博弈？你可能这样问。其实，即使是情侣，双方的爱好或者偏好还是不相同的。大海和丽娟正在热恋。难得的周末又到了，安排什么节目好呢？周末晚上，中国足球队要在世界杯外围赛中和伊朗队做生死之战。大海是个超级球迷，国内的甲级联赛都不肯放过，何况是不争气的国家队的生死大战？也正好是这个周末的晚上，俄罗斯一个著名芭蕾舞团莅临该市演出芭蕾舞剧《胡桃夹子》。丽娟最崇尚钢琴、芭蕾这样的高雅艺术，对斯拉夫民族的歌唱和芭蕾更是崇拜得五体投地，她怎么肯放过正宗俄罗斯的芭蕾舞剧《胡桃夹子》？这么说，一个在家里看电视直播的足球，一个去剧院看芭蕾舞演出不就得了？问题在于他

们是热恋中的情侣，分开各自度过这难得的周末时光，才是最不乐意的事情。这样一来，他们就面临一场温情笼罩下的“博弈”（见下图）。

		丽娟 足球	丽娟 芭蕾
大海	足球	1 2	0 0
大海	芭蕾	0 0	2 1

情侣博弈

在情侣博弈中，双方都没有严格优势策略和严格劣势策略。我们不妨这样给大海和丽娟的“满意程度”赋值：如果大海看球让丽娟一个人去看芭蕾，双方的满意程度都为0；两人一起去看足球，大海的满意程度为2，丽娟的满意程度为1；两人一起去看芭蕾，大海的满意程度为1，丽娟的满意程度为2。应该不会有丽娟独自看球而大海独自去看芭蕾的可能，不过人们还是把它写出来，设想因此双方的满意程度都是0。这样来描述大海和丽娟的情侣博弈，你觉得怎么样？

读过前几篇文章的读者知道寻求“严格优势策略均衡”的“严格劣势策略消去法”。现在，芭蕾不是大海的劣势策略，因为如果丽娟坚持芭蕾，他选足球只得0，选芭蕾却还可得1。足球当然更不是大海的劣势策略。所以，大海没有全面的劣势策略。同样，丽娟也没有全面的劣势策略。这样，严格劣势策略消去法就没有用武之地了。

但是，他们总会做出一个较好的选择，因为他们是热恋中的

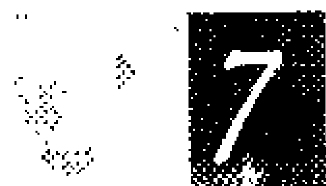
情侣。博弈论中最重要的概念"纳什均衡"，指明了情侣博弈等一大类策略优势不那么明显的博弈的结局。策略优势不明显，指的是双方都没有"不论对方采取什么策略我总是采取这个策略好，而且是严格的好"的严格优势策略。其实，我们只须关心一种双方"相对优势策略"的组合。在情侣博弈中，双方都去看足球或者双方都去看芭蕾，就是我们所说的相对优势策略的组合：一旦处于这样的位置，双方都不想单独改变策略，因为单独改变没有好处。准确地说，是单独改变不会带来额外的好处。比如说两人一起看足球，大海得2丽娟得1：如果大海单独改变去看芭蕾，变成双方都得0，没有好处；如果丽娟单独改变去看芭蕾，也变成双方都得0，也没有好处。所以，两人一起去看足球是稳定的结局。同样，两人一起去看芭蕾也是稳定的结局。

这样的思考引导我们得到纳什均衡（Nash equilibrium）的概念，纳什（Nash）是在1950年建立这一概念的数学家，由于对博弈论做出奠基性的贡献，他在1994年荣获诺贝尔经济学奖。在情侣博弈中，双方都去看足球或者双方都去看芭蕾，是博弈的两个纳什均衡。我们在博弈的上述表示中，用黑体数字表达两个纳什均衡的位置。

这里要注意的是，纳什均衡不是（2，1）和（1，2），而是（足球，足球）和（芭蕾，芭蕾），因为纳什均衡是双方策略的组合。两个纳什均衡分别是：大海选足球丽娟也选足球；丽娟选芭蕾大海也选芭蕾。我们只是用（2，1）表示大海选足球丽娟也选足球这个（足球，足球）均衡，用（1，2）表示丽娟选芭蕾大海也选芭蕾这个（芭蕾，芭蕾）均衡。总之，两个纳什均衡是（足球，足球）和（芭蕾，芭蕾），在这两个均衡中博弈双方的所得分别是（2，1）和（1，2）。我们在前面说过，在（2，1）或者

（1，2）这样的写法中，第一个数字是大海之所得，第二个数字是丽娟之所得。

情侣博弈原来的标准说法是性别之战（battle of sexes），说的是恩爱夫妻的偏好差异所引起的“对局”形势，利益关系方面大同小异这么一种情况。不同的说法适合不同的情形，读者可以有自己的偏好。



7 情侣博弈的其他例子

情侣博弈有许多不同的版本，现在我们再讲一个。假定陈明和钟信都是某大学英语系的高才生，一直是很要好的朋友。高年级了，他们在考虑选修第二门外国语。陈明偏向修德语，钟信偏向修法语，但是最要紧的是两人选同一门课，这样才可以一起复习，一起对话，继续他们以往如切如磋如琢如磨相得益彰的同学生涯。这时，他们面临的抉择可以表示为下图的博弈：

		钟信：德语	钟信：法语
陈明	德语	2 3	1 1
	法语	1 1	3 2

选修第二门外语博弈

如果把前面讲的情侣博弈里的所有数字都加上1，就得到现

在这样的数字矩阵。可见，这个“选修课博弈”实质上和上次讲的情侣博弈完全一样。在这个博弈中，有两个用黑体数字表示的纳什均衡，一个是两人都修德语，陈明得 3 钟信得 2，另一个是两人都修法语，陈明得 2 钟信得 3。纳什均衡是稳定的，就是说处于纳什均衡的时候，任何一方都不想单独改变策略选择，因为单独改变不会带来好处。

战争里面也有性别之战或者情侣博弈的策略格局。第二次世界大战进行到 1944 年冬天，在欧洲战场西线以美军和英军为主的反法西斯盟军，面临集中资源主要支持英国蒙哥马利元帅（简称蒙帅）还是主要支持美国巴顿将军的抉择。如果两个国家集中资源主要支持美国的巴顿将军，美国得 4 英国得 3；如果主要支持蒙帅，美国得 3 英国得 4。如果分散资源各自为战，那么因为希特勒德国已经穷途末路，西线盟军还是会胜利前进的，但是取胜态势会缓慢很多。如果英国支持蒙帅美国支持巴顿，美英两国各得 2；如果颠倒过来英国支持巴顿美国支持蒙帅，则只能各得 1。所以，美英双方博弈的形势如下图所示：

		英国：支持巴顿	英国：支持蒙帅
美国	支持巴顿	美 **4**，英 **3**	美 2，英 2
	支持蒙帅	美 1，英 1	美 **3**，英 **4**

盟军战略选择博弈

前面讲的“选修课博弈”矩阵中的每个数字再加 1，差不多就得到现在这个美英双方支持策略的博弈。这为我们提供情侣博

弈的又一个例子。这个博弈也有两个纳什均衡，一个是美英两国集中资源主要支持巴顿，另一个是他们集中资源主要来支持蒙哥马利。

左下角格子里的数目字为什么不是 2 和 2 而是 1 和 1，留待以后再说

讲到现在，情侣博弈与经济决策有什么关系呢？这就要看你的想像力了。比如两个相邻的企业都要解决各自的供水问题。如果它们各干各的，成本就会比较高，效益也没那么好。如果两个企业联合起来一起投资建设共用的供水系统，效益就会比较好。但是在选定合作方案的时候，由于各种因素的影响，在携手合作的大前提下，还是可能有小算盘的考虑。你想这样，他想那样，这也是人之常情嘛。这种合作比不合作好，但是在合作的大局下面又不免有小算盘、不免打小九九的对局，不就是情侣博弈吗？



8 “公明博弈”的优势策略均衡

企业市场竞争的方式很多，除了价格竞争以外，还有广告竞争、优惠竞争等。

寡头垄断某个行业的两个企业竞争，它们可以花很多钱去做广告，广告的作用就是把顾客吸引来买自己企业的产品。一家做广告而另一家不做广告，许多顾客就会被吸引去买做广告的那家企业的商品。这样一来，谁不做广告谁就吃亏，结果双方都拼命做广告。顾客还是原来那么多，双方企业做广告你争我夺的作用相互抵消，谁的顾客基本上都没有增加，但是广告花费却很大，白白提高了成本，减少了利润。这种广告大战也是囚徒困境。

向顾客提供优惠，也是企业竞争的重要方式。比如美国的联合航空公司和西北航空公司，都以向旅客提供里程优惠来吸引旅客，如按你乘坐该公司航班的里程合计的英里数，奖励你在美国国内任何两个城市之间往返一次的免费旅行，站在航空公司赢利的立场，如果双方都不设立优惠节目，双方都可以节约一点成本，增加一些利润。但是两家公司竞争，谁不提供优惠，谁就要

失去许多旅客。这种谁不提供优惠谁吃亏的格局，使得双方总是要设立里程优惠节目，结果双方都因为优惠节目而减少了赢利，这也是囚徒困境。

现在回过头来说，公明老弟为"豪宅"圆穹形天花板的修造与装修商讨价还价的博弈。公明设计了尺寸，到石膏造型装修行订做，装修行说要2 000元，这样它可以赚1 000元。公明嫌贵，装修行说这个尺寸没有做过，需要重新做模子。公明要求装修行把装修"档案"拿给他看，装修行最后同意了。公明从中找出尺寸最接近的一个说，就按这个尺寸做。结果，装修行不能以模子的成本作砝码，以1 200元的价格成交，只赚了600元，公明省了800元。

博弈三要素表述如下：（1）参与人或者局中人（players）；（2）他们可选择的行动（actions）或策略（strategies）；（3）用局中人的赢利、赢得、得益或支付（payoffs）表示的所有可能的对局结果。注意这里"支付"要理解为因为他们参与博弈所得到的支付，而不是他们所付出的。

现在，两个局中人是公明和装修商。公明的博弈策略有两个，要求看档案和不要求看档案。装修行的博弈策略也有两个，一个是给看，一个是不给看。这样，博弈形势如下，每个格子中，左下角的数字表示公明的赢利或得到的支付，即公明能省多少钱，右上角的数字表示装修行的赢利或得到的支付，即装修行能赚多少钱。这样把局中人、策略和赢利数字写成矩阵形式，叫做博弈的矩阵表示（matrix form representation），其矩阵叫做

博弈的支付矩阵（payoff matrix）。注意，这里所说的矩阵，除了也是数目字按照一定的规则排列成矩形外，和代数里面说的矩阵并不一样。最主要的不同在于，代数里面的矩阵每个位置（每个格子）一个数字，现在的支付矩阵每个位置（每个格子）两个数字。所以，支付矩阵这种矩阵不是普通的矩阵，而是一种"双矩阵"（bimatrix）。就用处来说，支付矩阵基本上是为了比较数字的大小，和代数里面讲的矩阵不同，支付矩阵一般不做代数里面讲的矩阵运算（见下图）。

		装修行 给看	装修行 不给看
公明	要求看	800, 600	0, 0
公明	不要求看	0, 1000	0, 1000

支付矩阵

看来，"不说白不说"，不要求看装修档案是公明的劣势策略。装修行呢？如果公明不要求看档案，无论装修行是否预备给他看，结果都是公明没有看档案，装修行都可以赚1 000元，但是如果公明"来者不善"要求看档案，那么着眼于这一次的交易机会，装修行给他看档案可以赚600元，不给他看就会什么也赚不到，所以"只要公明要求，就给他看档案"应该是优势策略，不给看应该是劣势策略。那么，形式上运用前面讲过的劣势策略消去法，可以得到这个博弈的一个均衡，由左上格子的（800，600）指示：公明要求看档案，装修行给公明看档案，结果公明省了800元，装修行赚600元。

装修行赚了600元，虽然没有赚1 000元那么理想，但毕竟比没钱赚好；公明则因为有博弈论思想，节省了800元，把事情做得几乎一样好。

不要小看这个"公明博弈"，它是我们讲的第一个不对称的博弈。双方的得失数目不对称，前面讲过的囚徒困境、价格大战和情侣博弈等等，都是数据对称的博弈，即如果把甲乙的位置对调、把可口可乐公司和百事可乐公司的位置对调、把大海和丽娟的位置对调，双矩阵中的支付数字都没有变化。现在，如果把公明和装修行的位置对调，支付矩阵就要有改变，所以是不对称博弈。

就本书的宗旨而言，这里说的对称不对称，不是要紧的概念。但是读者试试把公明和装修行的位置对调，看看支付矩阵如何改变，会是一个有益的练习。

需要说明的是，这里说的劣势策略，不是前面讲的被全面的严格的优势策略压住的严格劣势策略。全面的严格的优势策略要求：不论对方采取什么策略，我采取这个策略总比采取任何别的策略都好，而且要确实显出其优势来。可是在"公明博弈"中没有这样的严格优势策略。"要求看"不是全面的严格的优势策略要求，因为如果对方采用"横竖不给看"策略，公明采用"要求看"策略的博弈结局并不比采用"不要求看"策略的博弈结局好。所以，"不要求看"不是前面讲的被全面的和严格的优势策略压住的严格劣势策略。同样，对于装修行来说，"不给看"也不是前面所讲的被全面的和严格的优势策略压住的严格劣势策略。

必须指出，这个公明博弈其实有两个纳什均衡，另外一个是右下角的（0，1 000）指示的纳什均衡，即：公明不要求看档案，装修行不给看档案。请注意，要是已经处于这样的对局形势，那么如果公明单独改变策略变成"要求看"，装修行没改变策略仍然"不给看"，结果公明之所得仍然是0，没有得到额外的好处，所以公明没有单独改变策略的激励；如果装修行单独改变策略变成"给看"，公明并没有改变策略仍然不要求看，那么装修行之所得仍然是1 000，也不会得到什么额外的好处，所以装修行也没有单独改变策略的激励。可见，右下角格子的（0，1 000）指示的确实是一个纳什均衡的结局。

在上面这一段的分析中，读者想必对于"单独改变不会得到额外的好处"中"额外"二字和"没有单独改变策略的激励"中"单独"二字的分量，有了新的体会。



9 普通劣势策略消去法的讨论

对于公明博弈，我们是说"形式上运用"前面讲过的劣势策略消去法，可以得到这个博弈的一个均衡。的确，上一节运用的劣势策略消去法，和以前讲的并不相同，我们不能糊里糊涂地使用它。

从囚徒困境博弈的解法开始，讲的劣势策略消去法都是"严格"劣势策略消去法：只有当一个策略全面地严格地劣于另一个策略时，才可以把它消去。上一节的公明博弈，无论站在公明方面还是站在装修行方面，都没有一个策略全面地严格地劣于另一个策略。站在公明方面，虽然"不要求看"档案比"要求看"劣，但不是全面的劣，因为如果对方采用"不给看"策略，那么公明不要求看和要求看档案的赢利都是0，比不出优劣来。站在装修行方面，虽然"不给看"档案比"给看"档案的策略劣，但同样不是全面的劣，因为如果公明采取"不要求看"档案的策略，装修行"不给看"和"给看"的赢利都是1 000，同样比不出优劣来。

所以，上一节使用的不是原来讲的“严格”劣势策略消去法。为了区别起见，我们把它叫做“普通”劣势策略消去法：面对乙的所有策略来比较甲的两个策略，如果甲的一个策略的赢利总是不超过另一个策略，而且确实有一个乙的策略使甲的这个策略的赢利小于另一个策略，就把甲的这个策略删去。

文字语句要说得像法律文件那样准确，常常十分别扭。用具体例子说明，就会非常清楚。在以下两组数字的比较之中，总的来说上面一行数字所表示的赢利，明显劣于下面一行数字。如果采用“普通”劣势策略消去法，在两种情况下都可以把上面一行数字删去，但是如果采用“严格”劣势策略消去法，则只能删去第二组的3 4 0 6，第一组的3—4—0—6不能删，是因为它的6和下面的6相等，在这个位置分不出大小。

为区别起见，在下面的演示里面，普通劣势策略消去法的“消去”用虚线表示，严格劣势策略消去法的“消去”用实线表示（见下图）。

~~3 4 0 6~~　　　　~~3 4 0 6~~

6 5 2 6　　　　4 5 1 7

普通劣势策略消去法

3 4 0 6　　　　~~3 4 0 6~~

6 5 2 6　　　　4 5 1 7

严格劣势策略消去法

这样看来，普通劣势策略消去法的“杀伤力”比较大，在博

弈有几个纳什均衡的情形时，它可能把其中一些纳什均衡消去。比如前面讲的公明博弈，装修行不给看、公明也不要求看的右下方格子，也是一个纳什均衡，这是因为公明原来得益为0，单独改变策略时其得益也是0，单独改变没有带来（额外的）好处，装修行原来得益为1 000，单独改变时其得益也是1 000，单独改变也不会带来（额外的）好处（见下图）。

公明 \ 装修行	给看	不给看
要求看	**800**, **600**	0, 0
不要求看	0, 1 000	**0**, **1 000**

支付矩阵

与此类似，纳什均衡也有严格纳什均衡和普通纳什均衡之分。普通纳什均衡只是说单独把策略从均衡改变出去没有好处，不会得到好处。但是，没有好处也不一定有坏处，不会得到好处也不一定会得到坏处。所以在公明博弈中，装修行不给看、公明也不要求看的右下方格子这个纳什均衡，就是一个普通纳什均衡。严格纳什均衡则不仅是单独改变没有好处，而且指那些谁单独改变策略谁就要倒霉的纳什均衡。在公明博弈中，公明要求看档案、装修行也给看的左上方格子这个纳什均衡，就是一个严格纳什均衡，因为处于这个均衡时，公明要是单独改变策略，得益将从800降为0，装修行要是单独改变策略，其得益将从600降为0。

普通劣势策略消去法的杀伤力比较大，它可能把普通纳什均衡删掉，但如果是严格纳什均衡，杀伤力大的普通劣势策略消去法对它也会手下留情。你只要知道严格劣势策略消去法和普通劣势策略消去法的区别，知道严格纳什均衡和普通纳什均衡的区别，就很容易想清楚这个关系。



不会漏过纳什均衡的相对优势策略画线法

前面讲了情侣博弈的几个例子，它们都有两个稳定的纳什均衡。所谓纳什均衡，就是双方都不想从原来对峙的策略单独偏离出去的对局形势。值得注意的是，上面这些情侣博弈的纳什均衡，我们都是“看”出来的。当然，能够看出来并且做论证，也是本事。但是如果对局复杂一些，不容易看出来该怎么办？

有办法，这就是现在我们要讲的相对优势策略画线法。其具体做法如下图所示：

		丽娟：足球	丽娟：芭蕾
大海	足球	2, 1	0, 0
	芭蕾	0, 0	1, 2

相对优势策略画线法

在我们熟悉的上面这个情侣博弈中，如果大海选足球，丽娟的“相对优势策略”是也选足球，这样她可以得1，总比她选芭蕾得0好。于是，我们在左上方格子中的右上角的1下面画线；如果大海选芭蕾，丽娟求之不得，当然选芭蕾可以得2，这时芭蕾是她的相对优势策略，于是我们在右下方格子中的右上角的2下面画线。同样，如果丽娟选足球，大海当然选足球从而他可以得2，这是他的相对优势策略，我们应该在左上方格子中左下角的2下面画线；如果丽娟选芭蕾，大海也选芭蕾他可以得1，芭蕾变成大海的相对优势策略，于是我们在右下方格子中左下角的1下面画线。

纳什均衡可以采用上述相对优势策略画线法来确定：首先像上面所做的，逐次画线标示局中人相对于对方可能的策略选择（一行或一列）的相对优势策略的位置。双方的相对优势策略都这样画线以后，如果那个格子里面两个数字下面都被画线，这个格子所对应的（相对优势）策略组合，就是一个纳什均衡。

运用相对优势策略画线法，因为有两个格子都是其中的两个数字的下面被划了线，我们马上可以知道，上述情侣博弈有两个纳什均衡，一个是一起去看足球得（2，1），一个是一起去看芭蕾得（1，2）。在上述博弈矩阵中，这两个均衡都已经用黑体字表示出来。

必须说明的是，前面讲过的可以直接用“劣势策略消去法”做出来的“优势策略均衡”，都可以用现在讲的“相对优势策略画线法”来做。道理其实很简单，因为全局优势策略一定是相对优势策略。

以前面讲的囚徒困境为例。如果甲坦白，乙的相对优势策略是也坦白，所以要在左上方格子里面右上角的－3下面画线；如果甲抵赖，乙的相对优势策略还是坦白，所以要在左下方格子里面右上角的数字0下面画线。再看甲：如果乙坦白，甲的相对优势策略是也坦白，这样我们应该在左上方格子里面左下角的数字－3下面画线；如果乙抵赖，甲的相对优势策略还是坦白，所以要在右上方格子中左下角的数字0下面画线。这样把所有相对优势策略全部画线标记以后，就可以看到，只有左上方一个格子是两个数字下面都被划了线的，这个格子代表的策略组合（坦白，坦白）就是囚徒困境博弈的均衡。它是前面讲的优势策略均衡，也是现在讲的纳什均衡（见下图）。

		乙 坦白	乙 抵赖
甲	坦白	－3（甲）, －3（乙）	0（甲）, －5（乙）
甲	抵赖	－5（甲）, 0（乙）	－1（甲）, －1（乙）

（图中下划线标在：左上格甲的－3与乙的－3，右上格甲的0，左下格乙的0。）

囚徒困境均衡

归纳起来：优势策略均衡一定也是纳什均衡；可以用前面讲的劣势策略消去法做出来的优势策略均衡，一定可以用现在讲的相对优势策略画线法做出来。



政治家的囚徒困境

同样，政治家们也会变成囚徒困境中的囚徒。迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》，讲了这么一个例子。

1981年，大多数政治家都很明白，美国联邦政府预算的赤字实在太高了。解决财政问题的基本思路，不外乎“节流”和“开源”。联邦的巨额开支每一笔都理据充足，所以裁减开支在政治上并不可行。这样一来，大幅增税应该是不可避免的。不过，谁愿意担当政治领导角色，带头主张这么做呢？政治家以讨好选民为己任，增税是选民最不喜欢的事情。民主党总统候选人沃尔特·蒙代尔（Walter Mondale）想要在自己的竞选活动当中为这个政策转变制造声势，却被罗纳德·里根（Ronald Reagan）打得落花流水，因为里根许诺绝不加税。1985年，这个议题陷入僵局，无论你怎么划分政治派别，无论是民主党还是共和党，无论是众议院还是参议院，也无论是政府还是国会，各方都希望把提出加税的主动权推给对方。

从各方的角度看，最好的结果在于，另一方有人提出加税和

削减开支，因此他们不得不付出政治代价。反过来，假如自己提出这样的政策，而对方坚守被动局面，并不附和，自己就会落得个最糟糕的下场。双方都知道，与同时坚守被动，眼看巨额赤字上升而无所作为相比，联合起来共同倡议加税和削减开支，共同分享荣誉，分担谴责，显然会对整个国家更有利，即便对他们自己的政治生涯，从长期而言也会有好处。

这样，我们可以画出一个已经熟悉的表格，标明策略和结果，将上述情况变成一个博弈。参与博弈的双方分别是民主党和共和党。为了表示谁更加倾向于怎么做，我们把每个结果从各方的角度给出从 1 到 4 的排序，数字越小越好。每个格子左下角是共和党给出的排序，右上方是民主党给出的排序（见下图）。

		民主党 主动	民主党 被动
共和党	主动	2（共和党），2（民主党）	4（共和党），1（民主党）
共和党	被动	1（共和党），4（民主党）	3（共和党），3（民主党）

共和党和民主党的排序

显而易见，对每一方而言，保持被动是一个优势策略，而这也是真实发生的事情：第 99 届国会根本没有做出任何加税决定。第99 届国会确实通过了《格拉姆-鲁德曼-霍灵斯法》(Gramm-Rudman-Hollings Act)，这一法案规定以后必须实行削减赤字政策。不过，这只是一种伪装，好像采取了行动，实际却推迟了做出艰巨抉择的时间。这一目的与其说是通过限制财政支出的做法达成，不如说是玩弄会计上的小把戏的结果。



12 基数支付矩阵和序数支付矩阵

细心的读者可能会注意到，上一节政治家囚徒困境的支付矩阵，和我们前面讲过的支付矩阵很不一样。前面讲的支付矩阵，在运用劣势策略消去法的时候，都是把数目小的删去，把数目大的留下，在上一节讲的政治家的囚徒困境里，我们却把数目大的删去，把数目小的留下。这是很大的不同。

如果你在阅读上一节的时候，没有注意到这个差别，我就要责怪你读书粗心了。

究竟把小的删去还是把大的删去，不能任意胡来。关键是看大的好还是小的好，看大的表示好的还是小的表示好的。前面讲的支付，具体来说就是赢利、赢得，或者得益，越大越好。但是上一节讲的政治家的囚徒困境，文字介绍已经说清楚："为了表示谁更加倾向于怎么做，我们把每个结果从各方的角度给出从1到4的排序，数字越小越好"。每个格子左下角是共和党给出的排序，右上角是民主党给出的排序。这就是说，在四种结果当中，1表示的是第一好，2是第二好，3是第三好，而4是总共

四种情形当中当事人认为最不好的。

日常生活中，人们常常用两种不同的数字方式表示好坏，表示不同的满意程度 一种是像百分制考试、跳水、体操比赛计分、十项全能比赛计分、托福、GRE 考试那样，分数越高越好。介绍政治家的囚徒困境以前使用的支付表示，都是这样的表示。另外一种，是像体育比赛的名次表示，第 1 名比第 2 名好，第 7 名比第 23 名强等，表示名次的数字越小越好。政治家囚徒困境的上述讨论，就采用了这样的表示方法。所以，前面是删小留大，现在是删大留小。

数字是大的好还是小的好，要看你使用什么制度。小学生比成绩，如果按百分制比，分数越高越好，如果按名次比，第 1 名比别的都好。

因此，数字表达好坏有两种基本的制度：一种是百分制那样的基数（cardinal）表示制度，数字越大越好；另外一种是第 1 名最好的序数（ordinal）表示制度，数字越小越好。为什么叫做基数表示和序数表示呢？按照语义学，数词分为两种：基数词和序数词。像 1、95、7.8、-3.1416 等，是基数词，而第 1、第 2、第 7 等，是序数词。可见，基数词给出数值，而序数词给出排序。简单博弈表示中的支付，排出次序来，是最本质的操作，至于基数赋值究竟是多少，反而是第二位的。如果你在阅读本书的前面部分的时候，觉得价格大战中的 6、3、1、5 不好把握，觉得情侣博弈中的 2、1、0 这些数字不好把握，那是相当正常的现象。但是究竟哪个比哪个好，你应该容易把握。这种对比，正好说明排序比基数赋值重要。

总之，前面讨论过的支付矩阵，都是基数支付矩阵，现在讨

论政治家的囚徒困境讲的支付矩阵，是序数支付矩阵。有些读者，不满足于了解博弈论的思想，而且决心掌握本书介绍的博弈论的初步方法。对于这些读者，建议你们把前面讲过的用基数支付矩阵讨论的博弈，全部改用序数支付矩阵重新讨论一次。这样，就可以掌握它的方法了。

值得注意的是，序数词不仅是第1、第2、第7等，我们也可以说第0，它比第1更好，可以说第7.8，它介乎第7和第8之间。还可以说第 3.1416、第π、第3π等，不一定是整数，也不一定是正数，甚至不一定是有理数，但原则是越小越好。

如果大家对序数表达不大习惯，暂时不使用也没有太大关系。记得我给大学二年级学生上一门课的时候，曾经打出下面这样一个标题："第0章，预备知识"。

课堂里泛起一阵轻轻的笑声。笑声说明一些同学不习惯章节从0排起而不是从1排起。但是笑声很轻，并且很快过去，却又说明不习惯的同学马上就习惯了。作为一个教师，我更多的是体验这阵笑声传达的是一种心心相印的意境。所以，如果你对序数表达不习惯，到头来还只是一个习惯不习惯的问题，没什么了不起的。

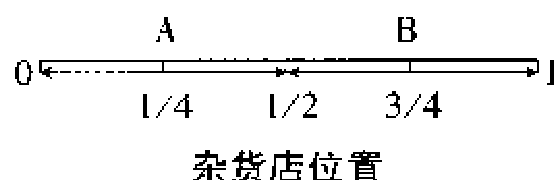


纳什均衡与杂货铺定位

纳什均衡是博弈论第一个重量级的概念，它主要描述双方博弈的这样一种对局形势：任何一方单独偏离目前的位置，即单独改变策略，都不会得到好处。所以，纳什均衡状态是市场力量相互作用的稳定结局。

为了进一步说明纳什均衡的意义，让我们看一个杂货铺定位博弈的例子。

设想有一个小居民点，居民住宅沿着一条公路均匀地排开。虽然在珠江三角洲都市化过程中这种沿公路修房子的做法理所应当受到批评，但是在一些比较偏僻的小地方，居民住宅沿道路排列的情况还算正常，至少可以说比较自然。现在设想有两家杂货铺要在这个小居民点开张，他们卖一样的东西，价格也完全一样。那么，两家杂货店开在什么地方好呢。情况如下图所示：

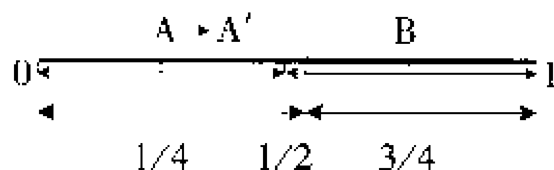


杂货店位置

现在，因为商品一样，价格也一样，居民到哪个杂货铺买东西，就看哪个杂货铺离自己比较近。反正东西、价格都一样，何必舍近求远呢？如果每个杂货铺都希望靠自己比较近的居民多一些，他们设在什么地方好呢？

也许你马上会说，如上图那样，把这条路从 0 到 1 四等分，杂货铺 A 设在 1/4 的位置，杂货铺 B 设在 3/4 的位置，不就解决了吗？的确，这是一种很好的配置。按照这种配置，每个杂货铺的“势力范围”都是 1/2。

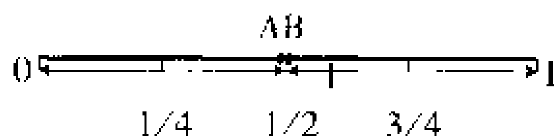
可是，如果杂货铺只以自己赢利为目的，是不会安于这样的位置的。道理是：如果 A 向右移动一点儿到达 A′的位置，那么 A 的地盘就扩张到 A′和 B 的中点（图中较长的竖立直线的位置），A 的地盘就会比 B 的地盘大。所以，原来位于左边的杂货铺 A，有向右边移动来扩大自己地盘的激励。在杂货铺定位的博弈中，地盘就是市场份额，地盘就是经济利益。同样，原来位于右边的杂货铺 B，也有向左边移动以扩大自己地盘的激励。可见，原来 A 在 1/4 处、B 在 3/4 处的配置，不是稳定的配置（见下图）。



杂货店位置

那么，哪些位置才是稳定的位置呢？在两个杂货铺定位的市场竞争博弈中，位于左边的要向右靠，位于右边的要向左挤，最后的结局是两家杂货铺紧挨着位于中点 1/2 的位置。这是纳什均

衡的位置。因为在这个位置，谁要是单独移开“一点”，就会丧失“半点”市场份额，所以谁都不想偏离中点的位置。这时候，每个杂货铺的“势力范围”仍然还是原来的1/2，每个杂货铺的势力范围仍然还是原来的势力范围（见下图）。



杂货店势力范围

读者可能会想，实际生活中情况似乎不是这样。的确可能不是这样，但是那一定有其他因素在起作用。比方说中点位置的房租特别贵，又比方说在什么地方正好有一家铺子空出来，还可能是原来的住家现在要开杂货铺就用他自己的住宅，并不能随心所欲等。再一种可能是两家杂货铺都尊重一个协调机构，这个社区协调机构从方便居民购物的角度考虑，希望两家杂货铺互相礼让，分别在1/4和3/4的位置开张。还有一种可能，就是两家杂货铺实际上是同一个企业的两家分店，那么他们当然选在1/4和3/4的位置。

上面这样推论“只有两家杂货铺都紧挨着在中点开张”才是稳定的“纳什均衡”结局，前提是每家杂货铺都是只关心自己眼前商业利益的“理性人”假设。在这种情况下，“理性人”的特征就是“唯利是图”。既然唯利是图，就要千方百计挤占对方的地盘，最终造成两家“剑拔弩张”挤在中点的结局。现在我们一些管理不好的摊贩市场就是这样，下班以后，摊贩都要往好地方挤，谁也不肯礼让。如果上面讲的杂货铺注意树立亲民形象，不希望居民认为他唯利是图，那么设在1/4和3/4的位置是有道理

的，但是遇上对方进逼，就难免吃亏。所以，只要承认"理性人"假设，则两家挤在中点就是惟一稳定的策略选择和惟一的纳什均衡。



西方两党政治的稳定性和欺骗性

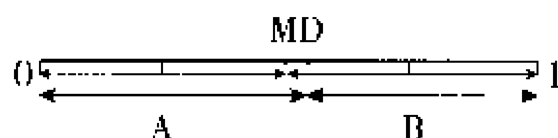
演示纳什均衡概念的杂货铺定位问题，最早是由美国经济学家霍特林（Harold Hotelling）提出来的（即霍特林模型），但是当初他还不知道纳什均衡的概念。上一节我们这样讨论，是博弈论学者在论证方式方面改造的结果。美国经济学家和政治学家还运用上述杂货铺定位博弈，来说明西方两党政治的若干现象。

西方一些大国，都有相似的两党政治。在英国是保守党和工党轮流执政，在美国则是共和党和民主党轮流坐庄。民主党和工党倾向于标榜代表劳工阶层的利益，共和党和保守党则站在企业主一边。在竞选的时候，人们可以发现，两党互相攻击越来越厉害，紧要关头，人身攻击都上来了，可是实际政治纲领却越来越靠近。等到一个政党因为攻击另一个政党获胜取代对手上台以后，选民又发现，新政府较老政府并没有多少实质性的改变。

为什么会这样呢？进一步，为什么这些西方大国都会出现两党政治呢？

首先，让我们用杂货铺定位博弈模型来说明在西方式民主制度下两党政治的稳定性。

如果我们把选民的政治态度从“左”的0到“右”的1排列起来，可以假定英国的工党站在左边A的位置，保守党站在右边B的位置，而在美国，民主党在左边、共和党在右边。一个政党想要取得执政党的位置，原则上就要争取多数选民投自己的票。选民的选票将投向和自己的政治态度最接近的政党。这样，哪个政党“接近”的选民多，哪个政党就有获胜的机会。既然我们已经把政治态度排列成一条直线，那么接近不接近，就看距离近不近。如果与政党A距离比较近的选民多，政党A就获胜上台执政。如果两个政党处于同一位置，它们就平分共同地盘里面的选民。那么，这些政党和它们的政治家怎样争取选民呢？（见下图）



选民政治态度

实际情况就和杂货铺定位博弈一样。工党一定要打出劳工代言人的旗帜，所以它是站在左边的，左边是它的地盘。但是只有左边一半的选民，还不足以保证胜出。为了在竞选中获胜，它要想办法把中间的在两党之间摇摆的选民争取过来。最好的办法就是使自己的竞选纲领向“右”的方向靠过去一点，即在竞选中宣布也要照顾中产阶级的利益，甚至兼顾企业主发财。移过去一点，地盘就可能大一点。同样，原来立党之本是在“右”边的保守党，在竞选的过程中也要往左边靠，以争取更多的选民。这样斗法的结果，在漫长的竞选过程中，虽然两党的攻击和谩骂不断

升级，但是实际纲领却不断靠近，直到两个政党在中点紧挨在一起，才是稳定的纳什均衡。

为什么第三个政党难成气候？这是因为在上述假定条件之下，如果三个政党的位置不相同，不在同一个点上，那么至少有一个政党单独位于一端，它就有向内挤压的动机，道理和前面论述的一样，所以这时候不是稳定的局面。如果三个党都位于中点M，那么谁单独跳开一点点，谁就会取胜，所以也是不稳定的局面，这是因为从M跳开一点走到D的时候，至少D以外的选民都会投他的票，而D的另一边的选民要由留在M点的两个政党来瓜分，这两个党各自的得票，就都比不上跳开的那个党。如果三个政党位于同一点，但是这一点不是中点，比如说就是那个D点吧，那么谁单独向中点稍微移动一点点，它就会占便宜，这是因为从D向中点M移动一点的时候，至少M以外的选民都会投他的票，而另外两个政党则只能平分不到总数一半的选民。

三个党不在一起不稳定，三个党全在中点也不稳定，三个党全在另外一点更不稳定，总起来一句话，就是三党政治不会稳定。或者换一个角度理解，即纲领变化无常的政党不会有较强的生命力。

这个政党纲领向中点移动的机制，也说明西方两党政治的欺骗性。竞选的时候，怎样有利于拉票就怎样讲，当选以后可以忘得一干二净。从这个意义上说，不要以为哪个政党上台这些西方国家的政治态度就会根本改变，确实很有道理。政党政治本来在理论上有促使政治家个人操守不可太放肆的优点。但是在西方国家，小学生都知道政治家说的话不可靠，无奈制度决定了，每次竞选，人们只能在那少数政治家之间做出他们非常有限的选择。



15 动机和实现不是一回事

假如有一个很特别的“山水城市”，居民住宅沿着从西到东一条很长的街道均匀地排开，道路和住宅以外都是不宜行走的陡坡、水面和农田。如果要在这个城市开设一家超级市场，这家超级市场开设在这条长路中间的位置最好，因为这样可以从总体上使顾客节省走路的时间，离商店最远的顾客距离商店只有长路的一半。

但是如果相互竞争的两家公司 A 和 B 都想在这个“道路城市”开设超级市场，它们会怎样选址呢？前面我们说过，着眼于总体上节省顾客走路的时间，最理想的方案是两家超级市场分别开设在道路 1/4 和 3/4 的地方。这样，离商店最远的顾客距离商店只有长路的 1/4。如果开设在 1/3 和 2/3 这两个地方，合理性就差一些，因为离商店最远的顾客，距离商店有长路的 1/3。

除了自身的功能以外，建筑还是强加于环境的实体存在，会给周边带来很大影响。好的影响固然有，比如相当漂亮可作为摄影背景等。但是如果不讲究整体规划，负面影响更加容易产生，

如阻挡视野和采光、改变大气的流动、阻滞公共交通、反射或聚集过多的阳光加剧热岛效应、破坏城市的风景线、亵渎城市的人文景观等，不一而足。无规矩不成方圆，所以在任何法治的现代社会，建筑总是要报批的。

设想规划部门把两家企业的代表请来，作为建议，提出规划部门心目中最佳的 1/4 和 3/4 的方案，供企业考虑。总部在城市西边的 A 公司，自然倾向于离总部比较近的 1/4 的位置，同样，总部在城市东边的 B 公司则倾向于 3/4 的位置。

虽然在规划部门建议的位置 1/4 和 3/4 之中，两家企业心目中各有所属，但是它们并不满足。A 公司提出，1/4 那个位置正好是道路瓶颈的地方，它希望往东移动一些。B 公司提出，3/4 那个位置有九寨沟那样的风景，不宜大兴土木，它希望可以往西移动。

规划部门的官员听它们这样说，觉得颇有道理，的确不宜选址在正好 1/4 和 3/4 这两个地方。可是他知道长路当中从 1/4 到 3/4 这一段，即将兴建新的剧院和公共图书馆，遂建议两个公司考虑是否不向中间移动，而是向两端移动。

未料两个公司全都反对。A 公司说，要是西移，不如维持规划局原来建议的 1/4 的位置，什么瓶颈不瓶颈，管不了这许多了。同样，B 公司也表示，东移不能考虑，不许西移就维持在 3/4 那个位置，风景异化也就抛诸脑后。

这不行那不行，又讨论了几种方案还是未能达成一致。在这种方案、那种方案的探讨之中，规划局的官员悟出了一条规律：凡是建议超级市场选址向长路的两端移动的，企业都会找各种理由反对；而企业自己提出的方案，总是想把超级市场的位置往中间移动。

的确，这是规律性的行为，背后有我们在上面讲过的经济学道理。

原来，企业为超级市场选址的时候，是否有利于争取顾客是重要的考虑因素。超级市场当然首先在商品的品种、质量、价格，以及销售和售后服务方面竞争，但是如何选址也很要紧。不是说天时地利人和吗？如果多数居民距离超级市场A比较近而距离超级市场B比较远，企业A就会在竞争中占据“地利”的便宜。正是出于这种考虑，促使两家公司都想把他们的超级市场往中间挤。

好在企业选址不能为所欲为，规划局的最后裁决避免了两家超级市场紧挨在一起的布局。我们这个“山水城市”自然是虚拟的，不过也并非异想天开。湘西沈从文、黄永玉的故乡，可视为近现代中国这种依山顺水街市的原型。



摊贩为什么都往市场门口挤?

张五常先生在《博弈理论的争议》(《21世纪经济报道》,2001年5月28日,第21页)中,认为霍特林的结论有问题。张五常先生的文章专为关于他整体批评博弈理论所引起的争议而写,一言九鼎。

张先生这样描述霍特林模型:"一条很长的路,住宅在两旁平均分布。……要是开两家(超级市场),为了节省顾客的交通费用,理应一家开在路一方的1/3处,另一家开在另一方的1/3处。但是为了抢生意,一家往中移,另一家也往中移,结果是两家都开在长路的中间,增加了顾客的交通费用。"这里,1/3应该是1/4的笔误。

张先生接着写道:"这个两家在长路中间的结论有问题姑且不谈,但若是有三家,同样推理,他们会转来转去,转个不停,搬呀搬的,生意不做也罢。这是博弈游戏了,但我们就是没有见过永远不停地搬迁的行为。"

张先生概括的推理,至为精确。三家相互竞争的独立企业都

要在一个东西方向“长路城市”开设超级市场，假定有人先抛出一个方案，三家选址不在同一位置。这样，总有一家单独在最西边或者在最东边。如果单独一家在最西边，它就有往东挤的动机，因为移动以后，原来离它比较近的居民仍然离他比较近，他东边有一些原来在别人“势力范围”内的居民，现在则变得离它比较近。正如上次说明的，移动“一点”，自己的“势力范围”就要扩大“半点”，利益驱动，何乐而不为？同样，如果单独一家位于最东边，它也有往西挤的动机。可见，三家不在同一位置的方案，从经济动机来看没法子稳定。

假定鬼使神差先抛出的方案三家选址都在一起，那么因为顾客到三家超级市场的距离都一样，三家超级市场理应“平分”所有居民。这时候如果这个位置东边的路不比西边短、居民不比西边少，那么每家都有单独向东边偏移一点点的动机，道理是单独偏移一点点以后，东边的居民都在它的“势力范围”内，而西边的居民将由另外两家超级市场平分，每家所得顶多只及偏移的那家的一半左右。同样，如果这个位置西边的居民不比东边少，那么每家都有单独向西边偏移一点点的动机。可见，三家一起的方案从经济动机来看也不稳定。

两种情况合起来，我们就知道三家为选址竞争，它们会转来转去转个不停：只要三家不在一起，单独在最旁边的一家就要往中间挤；一旦挤到一块去，马上又有动机要偏离出来，就这样转个不停。

上述“转个不停”的道理，应该不难明白。可是张五常先生意欲为博弈论归谬的话似乎也有道理：“我们就是没有见过永远不停地搬迁的行为。”

则柯体会，关键可能在于区分动机和实现。讲经济动机，它们要转个不停．看具体实现，没有一直转下去。首先，一旦建成．超级市场是难以搬迁的，选址的博弈只发生在规划的阶段。即使在规划阶段，也有规划局管着，超级市场并不能随心所欲地选址。还有文化的约束，唯利是图、锱铢必较表现得太穷凶极恶，会给企业形象带来损失，这些都是动机与实现不同的原因。

张五常先生的果园蜜蜂考察、水产养殖考察、玉石交易考察和师生开店实践，令人敬佩。但是如果引申到“没有见过即为虚妄”，恐怕也不妥当。中学生老是要做“小球在平面上无摩擦地滚动”这样的题目，谁曾见过小球在平面上无摩擦滚动来着？但是如果一点这样的想像力也没有、那就学不好古典的牛顿力学。

由于摩擦．我们看到过的小球平面滚动都要停下，但这并不能推翻惯性定律。由于搬迁费用和规划管理等等的约束．我们没有见过“不停地搬迁的行为”，但这并不等于选址时不存在挤压对手的动机。

记得霍特林模型的副题是杂货铺选址。杂货铺是比较难以移动的，更何况超级市场。但是学习霍特林模型，则柯却实际观察到了往中间挤压和转个不停的行为。

十年以前，广州市肉菜市场的管理还比较差。中山大学对门的市场，每天都准确无误地上演着同样的故事：傍晚市场管理人员一下班，原来有固定位置的水果蔬菜摊贩马上争相向前、把市场进口拥挤得通行困难，甚至前出到街上。他们一直有争相向前的动机，但是被市场管着；一旦管理撤销，动机马上变成行动。

作为对比，卖肉的不会这样挪动位置，但这不等于他们没有

抢占位置的动机，而是因为肉档不容易挪动。肉档的移动动机都难以实现，更何况杂货铺！问题在于，动机实现不了因而观察不到，不等于没有动机。



17 学校门口等出租车的争先行为

早上上班的高峰时刻，在中山大学校门口等出租车出外办事，有时候会非常困难。这时候你可以观察到，焦急地等待出租车的乘客，会争相向“上游”方向走去。甲超过了乙，乙又要超过甲，在叫到出租车以前，他们实实在在会这样你超我我超你地“转个不停”。

他们这样“转来转去”，道理也是研究抢占有利位置的动机和行为的霍特林模型。

按照博弈论的框架，杂货铺或者超级市场选址的竞争、摊贩挤占有利位置的竞争、等候出租车时抢占有利位置的竞争，都属于博弈行为。前面说过，博弈的三个要素是：参与人、参与人可选择的行动或者策略，以及各种策略行为组合之下博弈参与人之所得。杂货铺和超级市场、市场里面的小摊贩、繁忙时刻焦急等候出租车的人，就是上述博弈的参与人，而他们的策略或行为的目标，就是努力实现最大所得。杂货铺、超级市场和摊贩都追求

吸引更多顾客，等出租车的人希望尽早坐上出租车。

各参与人采取某一策略或行动，合起来成为一个策略组合。如果一个策略组合使得每个参与人都没有单独改变策略的动机，就叫做一个“纳什均衡”。

如果两家公司都想在一个“长路城市”开设超级市场，那么它们紧挨着开在长路的中间，是两家公司选址博弈的纳什均衡，因为这时候它们都没有单独改变选址的动机，谁单独改变则它的顾客量就会下降。任何两家选址不在一起的方案都不稳定，因为它们为了争取顾客都有挤向对方的动机。两家一起但不在中间的方案也不稳定，因为每家都有单独跳到中间去占便宜的动机。可见，这些方案都不是纳什均衡。

三家相争，结果是任何选址方案都不稳定，正如张五常先生所说，“他们会转来转去，转个不停”。之所以实际上并没有转个不停，是因为制度约束和移动成本等其他因素阻滞了动机的实施。本节开头谈到的等待出租车时的争先占据有利位置的博弈，其原理和杂货铺选址博弈完全一样，但是因为没有制度约束，人的移动成本也非常轻微，所以我们可以切实观察到你超我越这样不停地反超的行为。

这样不停地超来超去，与社会祥和不大和谐，而且造成效率损失，所以大宾馆门外会设置“出租车等候处”的牌子，引导客人排队轮候，勿相竞争。这时候，在设定的出租车轮候处等候出租车的文化制度设置，约束着人们因私利争先的动机。

足球比赛在开出角球以前，双方球员在门前的推搡，是制度允许且代价也不大的时候“博弈参与人”会“转来转去，转个不停”的又一例子。攻守双方的球员都想占据有利位置，比赛规则

又允许他们合理冲撞，所以动机得以实施，观众可以看到他们彼此推来搡去地站位，有时候还相当激烈，让女性观众以为他们不文明。篮球比赛罚球的时候双方队员也有抢占有利位置的动机，但是因为规则和裁判已经规定了双方队员的站位，他们占据有利位置的动机也就无法实施。球员因为制度原因不能“转来转去，转个不停”，不等于他们没有“转来转去”占据有利位置的动机。



分“蛋糕”的纳什均衡

无论在日常生活、在商界还是在国际政坛，有关各方经常需要讨价还价或者谈判一个总收益应该怎样分配，这个总收益通常被称为“蛋糕”。于是，我们要考虑如何分“蛋糕”的问题。

大多数人基于“社会常识”或者说是善良的心理，预期一场谈判的结果应该是妥协，兼顾各方的利益。如果是两方分一个蛋糕，他们所期望的是 50 对 50 的分配方案，因为一半对一半看起来最公平。

怎样实现人们心目中这种公平的分配呢？托这些年经济学知识普及之福，大家都知道最可能实现一半对一半的公平分配的方案，是让一方把蛋糕切成两份，而让另一方先挑选。在这种制度设置之下，因为如果切得不公平，得益的必定是先挑选的一方，所以，负责切蛋糕的一方就有非常强烈的激励，要把蛋糕切得公平。

照理说，实施这个方案还是有一点阻力的，因为人们容易想像切蛋糕的一方技术不老到，不小心切得不一样大的机会很大，

从而不切蛋糕的--方得到比较大的一半的机会很大。按照这样的想像，谁都不愿意做切蛋糕的一方。不过，这种因为切蛋糕的技术不老到而可能被对方占了的便宜，分量相对很小。所以，虽然双方都希望对方切、自己先挑，但是真正僵持的时间也不会太长，因为僵持时间的损失很快就会比坚持不切而挑可能得到的好处大。也就是说，僵持的结果会得不偿失。另外，既然我切蛋糕的技术可能不那么老到，很难说他挑蛋糕的技术就一定非常老到。这样说来，僵持的支持就更加薄弱。

关于讨价还价，我们需要认识它的两个普遍特征：首先，我们必须知道谁向谁提出了什么条件；其次，我们还要知道，假如各方不能达成一个协定，将会导致什么后果。一句话，就是要知道这个博弈的规则是什么。

讨价还价的过程是一个谈判的过程。不同的谈判按照不同的规则进行。例如，在大多数零售店里，卖方会标出价钱，买方的惟一选择就是要么接受这个价格，要么到别的店里碰运气。这是一个简单的“接受或者拒绝（放弃）”的规则。而在工资谈判的例子中，工会首先提出一个价码，接着公司决定是不是接受。假如公司不接受，可以提出一个反建议，或者等待工会调整自己要求的价码。双方相继行动的次序，有些时候是由法律或者习俗决定，有些时候这一次序本身也会具有策略意义。下面，我们依迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》来探讨讨价还价问题，在这个问题里，双方轮流提出条件。

谈判的一个重要因素在于“时间就是金钱”，可惜它常常被涉世不深的学生忽略了。假如谈判越拉越长，谈判以分割的“蛋糕”就会开始缩水。不过，这时各方仍然可能不愿意妥协，暗自

希望只要谈成一个对自己更加有利的结果，其好处将超过谈判的代价。狄更斯的《荒凉山庄》（*Bleak House*）描述了极端的情形：围绕贾恩迪斯山庄展开的争执变得没完没了，以至于最后整个山庄不得不卖掉，用于支付律师们的费用，而争执的双方由于各不相让什么也没有得到。按照同样的思路，假如不能达成工资协定就会引发罢工，那么公司将会失去利润，工人将会失去工作，也是两败俱伤。同样，假如各国陷入一轮旷日持久的贸易自由化谈判，他们就会在争吵收益分配的时候赔上贸易自由化带来的好处。这些例子的共同启示在于，参与谈判的所有各方应该都愿意尽快达成一项协议。

在现实生活中，收益缩水的方式非常复杂，不同情况有不同的速度。不过，我们可以用一种非常简单的方法充分阐明时间的重要性，这就是设想每等到提出一个新的建议或者反建议，蛋糕都会朝零的方向缩小同样数目。或者设想讨价还价如何分割的是一个冰淇淋蛋糕，孩子们一边争吵怎么分配，蛋糕一边融化。

首先，假设整个过程总共只有一步。桌子上放了一个冰淇淋蛋糕：小娟向小明提议应该如此这般分配。假如小明同意，他们就会按照成立的契约分享这个蛋糕；假如小明不同意，蛋糕将完全融化，谁也得不到。

现在，小娟处于一个有力的地位：她使小明面临有所收获和一无所获的选择。即便她提出自己独吞整个蛋糕，只让小明在她吃完之后舔一舔切蛋糕的餐刀，小明的选择也只能是接受只舔一舔，否则他什么也得不到。在这样的游戏规则之下，理性人的假设让小明处于非常尴尬的位置。

我们在后面还要回到分蛋糕的问题。但是，借用分蛋糕的例

子，我们强调，有时候一个博弈可以有无穷多个纳什均衡。就以分蛋糕来说吧，为方便起见假设蛋糕的总量是 1，那么小娟要 1/2 小明也要 1/2 固然是纳什均衡，小娟要 3/4 小明要 1/4 也是纳什均衡，甚至小娟要 19/20 小明只要 1/20 也是纳什均衡。这个道理请读者务必想清楚。

为确定起见，我们明确规则是双方各自提出要求的份额，如果合起来不超过 1，双方就得到自己要求的份额；如果双方的要求合起来超过 1，两人就都什么也得不到。

最“严酷”的，莫过于小娟要 1 小明只能要 0 也是纳什均衡，反过来也是一样。想清楚这一点，有助于准确把握纳什均衡的概念。



靠左走还是靠右走

纳什均衡的核心思想，是处于策略对局均衡的各方没有单独改变策略选择的动机。为了进一步说明“单独改变策略选择没有好处”的含义，我们再说一个“靠左走还是靠右走”的例子。

在缺乏交通规范的农村小路骑自行车，你应该走在道路的哪一边？这个问题也牵涉到纳什均衡的概念。

缺乏交通规范，并不是什么太了不得的事情。至少，无论社会如何进步，我们仍然容易想像人们可能在完全没有交通标识的地方骑自行车。

究竟是靠左走还是靠右走，答案应该是简单的。假如别人都靠右走，你也会靠右走。因为假如每个人都认为其他人都会靠右走，那么每个人都会靠右走。所以，大家都靠右走是一个纳什均衡。谁要是单独改变策略变成靠左走，他可能会遇到麻烦。

当然，我们知道，大家都靠左走也是一个纳什均衡。

上面说的是缺乏交通规范的农村小路，现代城市不是这样。在现代城市和高速公路上开车，车辆靠左走还是靠右走，是交通

法规规定了的。在中国、美国等许多国家，原则上车辆要靠右行驶，而在英国、澳大利亚、日本这些国家和在我国香港，车辆要靠左行驶。两种不同的规定，正好和靠左走还是靠右走这个博弈有两个纳什均衡的情况相对应。

博弈论的均衡概念告诉我们这个博弈有两个均衡点。但是均衡的概念没有告诉我们哪一个均衡更好或者哪一个均衡应该更好。假如一个博弈具有多个均衡点，所有参与者必须就选择哪一个达成共识，否则就会导致麻烦。

在开车行驶的例子里，一条早已制定的规则会告诉你答案。不过，若是大海和丽娟打电话打到一半，线路突然切断，他们该怎么办？假如大海马上再给丽娟打电话，那么丽娟应该留在电话旁等待，自己不要打过去给大海，好把自家电话的线路空出来。但是，假如丽娟等待大海给她打电话以便继续谈下去，而大海却也在等待，那么他们的谈话就永远没有机会继续下去。大海的最佳策略取决于丽娟会采取什么行动，同样，丽娟的最佳策略取决于大海会采取什么行动。在这个电话讲到一半线路突然中断的例子，为了恢复谈话的“博弈”里，又有两个纳什均衡，一个是大海打电话而丽娟等在一边，另一个则是丽娟打过去而大海等待。

这么说来，他们两个人需要预先进行一次谈话，来商量如果通话当中线路突然中断如何恢复通话，以帮助确定他们能够采取“相容”的，即达致纳什均衡的策略。也就是说，他们应该就选择哪一个纳什均衡达成共识。一个解决方案是，原来打电话过去的一方再次负责打电话，而原来接电话的一方则继续等待电话铃响。这么做的好处是原来打电话的一方知道另一方的电话号码，反过来却未必是这样，特别是在没有“来电显示”的时候。另一

种方案是，假如一方可以“免费”打电话，而另一方不可以，比如大海是在办公室使用按月付费的办公电话，而丽娟在家里开通的是计次或者计时收费的电话，那么就约定，使用“免费”电话的一方应该负责第二次打电话过去。

大家知道，由于电信垄断，长期以来从我国向发达国家和地区打电话，比从那些地方打回来贵很多。这也是通话双方收费标准不一的情况。在这种情况下，如果电话线路中断，处于发达国家和地区的一方负责第二次打过去是合适的——至少这样做比较经济。

以上讨论不知不觉就有两个隐含的前提，那就是通话双方对这次通话的价值评估一样，而且他们属于同一个“经济共同体”，只关心通话费用便宜，不计较究竟由谁负担。

经济讨论中常常有这样的情况，就是不知道自己已经陷入了一些隐含的条件。但是这些隐含前提或者条件的确十分重要，会给结果带来实质的影响。

我们只分析通话的双方对于这次通话的价值评估不一样的情况。比如大海很想跟丽娟讲话，丽娟却不那么在意，或者要表示不那么在意，那么他们自然默契到大海重新打过去的那个纳什均衡。至于谁打电话求谁办什么事情，就更是这样的情形。

为了检验读者协调达成一个纳什均衡的能力，请思考下面的问题：明天某个时候你要在广州市会见某人，他已被告知要去见你。不过，你们双方都没有更多信息，不晓得究竟几点钟或者在哪里会面。那么，你应该几点钟到达哪里呢？

这是前面说过的托马斯·谢林在他的《冲突策略》一书里提出的一个问题的翻版，他使这个问题名扬天下。对于这个略显玄

乎的问题，只有通常最常见的答案，除此之外没有任何预先确定的“正确”答案。谢林原来的问题是在纽约市会见某人。在接受测试的学生当中，“正午时分在中央车站”一直是最常见的答案。即便是普林斯顿大学的学生，多数也提供这样的答案，虽然若他们乘坐火车去纽约的话将会进入纽约宾州车站而非纽约中央车站。

如果要在广州市会见某人，双方都没有更多信息，也许你会选择中午时分在广州购书中心，也许你会选择傍晚时分在星海音乐厅，也许你会选择午饭以后在“天河城”购物“广场”，我想，从这些问题中我们都能够体味均衡默契的世俗因素和文化背景。



银行挤兑的成因和预防

假定有一个银行，只有两个储户，银行的全部资金就是这两个储户的存款。每个储户存了100万元的定期存款，银行拿总数为200万元的这笔钱去做投资，即把钱贷给某个公司去做项目。贷款当然是定期的。项目完成投资收回以后，银行可以拿出240万元偿还给储户，每个储户将得到120万元。120>100，这正是定期存款的激励。

但是根据现行法律，如果储户在没有到期的时候要把定期存款提走，那么只要银行有能力，就必须允许他提走原来存入的100万元。至于银行和它投资的公司的关系，本来，如果公司破产，银行到期也不能收回全部投资，不过为了讨论问题简单起见，我们假设银行是向一家经营很好的公司投资。但是如果银行在投资期限未到的时候要从公司抽回资金，它就要受到惩罚。

现在的问题是，如果有储户在期限未到的时候要把存款抽回去，那么因为按照假设这个银行只有两个储户，并且它的全部资金就是那两个储户的存款，银行就不得不从它投资的公司把资金

抽回。银行因为提前撤回资金要受罚，收回的资金远少于200万元，可以拿出来支付给储户的，比如说只有140万元。这时，我们可以写出两个储户是否等待期满以后才取出存款的博弈（见下图）：

储户乙

储户甲	提前取款	到期取款
提前取款	**70**, **70**	100, 40
到期取款	40, 100	**120**, **120**

银行挤兑

双方同时提前抽调存款，因为银行只有140万元可供支付，每人可得70万元；双方期满才支取存款，每人可得120万元；如果只有一方提前支取，那么他得到原来的存额100万元，而银行因为被迫提前抽回投资，可动用资金只有140万元，当另一储户在期满时来支取他的存款时，银行就要破产，他顶多只能得到40万元的补偿，远远小于原来的存款额100万元。

明白了这样的博弈形势，我们用相对优势策略画线法，很快可以知道这个博弈有两个纳什均衡，一个是最好的，即双方都待期满才来兑现他们的存款，每人得120万元；另一个就很不好，即双方争先恐后都要同时提前抽回他们的存款，这就是银行挤兑。问题是，如果一个储户有提前取款的动向，另一个为了自己的利益不受损失，一定会马上跟进，要求同时提前兑现。这就会发生银行挤兑。

在这个例子中，如果觉得银行只有两个储户不可思议，那么你不妨把它想像成银行有两万个储户，一边一万个，双方博弈，分析方法还是一样的。事实上，绝大多数银行挤兑都发生在传闻银行经营不好有可能破产的时候，一旦破产，储户的存款就可能遭受严重损失。所以，银行一定要使自己的资金来源多元化，一定要注意良好的经营业绩，还一定要掌握相当比例的备用金。不然的话，一点儿风吹草动就可能让它在挤兑之下破产。银行破了产，损失最大的还是广大储户，严重的还会造成社会动荡。各国中央银行不仅要求商业银行自己有足够的备用金，而且要求商业银行把一定数量的备用金存放在中央银行的金库里，就是这个道理。中央银行担负着稳定国家金融的重任。

正因为如此，中央银行一定要规范商业银行的运作，同时担保占人口绝大多数的小储户的利益。例如美国的许多银行，即使银行破产，储户 10 万美元以下的私人存款，由联邦保障局负责兑现。在发达国家的银行开户，一定要清楚你所走进的银行的储户利益是否得到这样的保证。

前面为了简化讨论，假设银行只有两个储户；后来放宽，假设银行有两万个储户，但是这两万个储户的行为只有两种模式，两万个储户按照这两种模式，分成完全相等的两组，每组一万户的步调完全一致。仔细想想，假设条件这样“放宽”，其实并没有放宽。

真正的放宽，可以有许多做法。现在我们提供一种：假设银行有两万个存款额度、存款期限都相等的储户，但是其中只有少数几个提前取款。你不妨论证一下，那少数几个储户提前取款，并不会引起银行挤兑。



21 智猪博弈和“搭便车”行为

读者可能会说，囚徒困境、情侣博弈都那么简单，还需要进行博弈论分析吗？

如果你真的觉得简单，应该说明你对博弈论有灵性。但是要注意，常常有自己以为懂了实际上却并不真懂的情况。不过我们更愿意强调的是，简单的例子如果能够说明方法，能够启迪思维，就有它的价值。今天再讲博弈论著作中常见的另一个简单的例子 Boxed pigs，张维迎教授把它翻译成智猪博弈。

笼子里面有两只猪，一只比较大，一只比较小。笼子很长，一头有一个按钮，另一头是饲料的出口和食槽。按一下按钮，将有相当于 10 个单位的猪食进槽，但是按按钮以后跑到食槽所需要付出“劳动”，加起来要消耗相当于 2 个单位的猪食。问题是按钮和食槽分置笼子的两端，按按钮的猪付出劳动跑到食槽的时候，坐享其成的另一头猪早已吃了不少。如果大猪先到，大猪呼啦啦吃到 9 个单位，小猪只能吃到 1 个单位；如果同时到达，大猪吃到 7 个单位，小猪吃到 3 个单位；如果小猪先到，小猪可以

吃到 1 个单位，而大猪吃到 6 个单位。

智猪博弈的具体情况就如下面的矩阵。左上方的格子表示，如果两只猪同时按钮，同时跑向食槽，大猪吃进 7 个单位，付出 2 个单位，得益 5 个单位，小猪吃进 3 个单位，付出 2 个单位，实得 1 个单位；右上方的格子表示，大猪按按钮，小猪先吃，大猪吃进 6 个单位，付出 2 个单位，得益 4 个单位，小猪吃进 4 个单位，实得 4 个单位；左下方的格子表示，大猪等待，小猪按按钮，大猪先吃，吃进 9 个单位，得益 9 个单位，小猪吃进 1 个单位，但是付出了 2 个单位，实得—1 个单位；右下方的格子则表示双方都懒得动，所得都是 0。

		小猪：按	小猪：等
大猪	按	5，1	4，4
大猪	等	9，−1	0，0

智猪博弈

比较 1，-1 和 4，0 两列数字，我们知道“等待”是小猪的优势策略，“按按钮”是小猪的劣势策略。先把小猪的劣势策略消去。在剩下的右边一列中，比较 4 和 0，“等待”就变成了大猪的劣势策略（注意，是现在才变成劣势策略）。把它也删去，就得到智猪博弈的结局：小猪只是坐享其成地等待，每次都是大猪去按按钮，小猪先吃，大猪再赶来吃。

智猪博弈有许多应用。这次先讲灯塔建造的经典例子，在美

国的大湖地区，你可以看到许多灯塔。大航运公司因为船舶多，航班频密，迫切需要建造灯塔。但是小航运公司在这方面的积极性就比较低。结果大公司花钱建造灯塔，公司从设置灯塔所获得的效益超过了灯塔的花费，所以这项投资对于大公司是值得的。但是小公司因此就可以“搭便车”，也得到了好处。

在发达国家，除了日本许多人口稠密的地区和纽约这样人口稠密的城市以外，大部分家庭都有自己的汽车。人们出行，都要自己开车。在那样的地方，公共交通一般不很发达，如果你没有自己的汽车，往往就会寸步难行。我们在美国的留学生，哪怕经济很不富裕，也要先买一辆二手车来用就是这个原因。你早就想到一个地方去，因为没有车子一直未能成行，碰巧某一天你的一位有车的朋友要去那个地方，并且车子有空位，你就可以搭他的“顺风车”了结你的宿愿。这就是“搭便车”说法的由来。在经济生活中，如果不考虑“朋友”这样的关系，通常只有公共品才会发生“搭便车”问题。



为什么大股东挑起监督经理的重任

考察现代企业制度，智猪博弈最典型的例子是大股东和小股东的角色差异和行为差异。

在一个股份公司里面，股东应该承担监督经理的职能。但是监督经理的工作是很不容易的，需要花费很大的精力和很多的时间去搜集信息，并做出分析。一句话，“监督成本”是很高的。但是股东有大有小。别人向一家公司投资一个亿，是这家公司的大股东，你买了这家公司几手股票，是这家公司的小股东。假定公司运营得好赢利较多时，分红会是运营不太好时的几倍，那么虽然你这个小股东和他这个大股东都希望公司运营得好，但是利益关切程度却实在相差很远。设想公司运营得好，大股东的分红可以增加1千万元，你这个小股东的分红可以增加1万元。增加1万元分红当然是好事，但是如果这需要你密切监督经理的工作才能实现，而密切监督经理的工作的代价远远超过1万元，那么你就没有多少积极性去密切监督经理们的工作。大股东就不一样，哪怕花几万元十几万元的代价雇人监督经理的工作，对他也

是很值得的：几万元十几万元代价的监督可以换来近千万元的分红增加，何乐而不为?

可见，大股东相当于智猪博弈中的大猪，小股东相当于小猪。在大小股东是否密切监督经理工作的博弈中，大股东因为利益攸关会担当起搜集信息监督经理的责任，小股东坐享其成也可以因大股东密切监督经理的工作而得益。

智猪博弈还可以说明公共品提供的一些情况。我们在前面讲过公共品的提供问题，当时谈的是各家的经济实力大致相当的情形。如果双方的经济实力相差很远，就应该用智猪博弈来说明。美国农民的居住非常分散，两三家人就是一个小居民点的情况比比皆是。设想两户农家住在一起，一家很富，另外一家由于某些原因近年来手头非常拮据。这两家有一条年久失修的路与外面的公路网连接。手头拮据的一家，在别的更紧迫的地方钱都不够用，怎么拿得出钱来修路呢。对于他来说，路是该修了，但是没有钱也就只好将就。那么，富裕的一家怎么办？本来，他可以等到邻居愿意拿钱出来修路的时候再商量两家分摊修路的费用，但是他等不了。这不仅因为他很难容忍每天要走坑坑洼洼的路，而且还因为路是否修好对他的影响太大。比方说花 2 000 美元可以修好这条路，路修好以后给他带来的新增经营利润等好处相当于 3 000 美元，那么虽然最理想的情况是两家各出 1 000 美元，他可以因为修路而得益 3 000－1 000＝2 000 美元，但是自己等不及而全资把路修好的话，也可以得益 3 000－2 000＝1 000 美元。在这个例子中，你还可以设想富裕的一家不仅生产活动繁忙而且社交活动很多，路不好会很糟糕，而贫穷的一家许多活动都保持在很低的水平，路是否修好一时不太要紧。这不是活生生智猪博

弈的形势吗?

经济实力较强的一家，对公用品的需要比较迫切。如果公用品提供了，他得到的好处也多，他就是智猪博弈中的“大猪”。比较穷的一家，对公用品就不那么讲究了。比方说，道路好一点儿当然好，道路差一点儿也凑合着过。让他掏那么多钱来提供公共品，他是不肯的。他就是智猪博弈中的小猪。既然“大猪”不能忍受不提供公共品的情形，又没有合适的制度安排，最后结果就是“大猪”独力提供公共品，“小猪”搭便车坐享其成。

在我国经济体制改革的进程中，也可以看到搭便车的情况：一项改革，总是得益最多的一方最乐意力促其成。这是很正常的现象，我们很难因此而责怪谁。



美苏争霸的囚徒困境

军备竞赛是囚徒困境的又一个典型例子。下面讲的，源自30年前美国的博弈论课本，本书不敢掠美。

从军事上看，二三十年前美国和前苏联是世界上的两个超级大国，他们相互对垒。假定每一方都有两种策略选择：一个是扩军，发展战略核武器，实施“星球大战”计划等；另一个是彻底裁军，直至不设军备。如果双方都扩军，则各花费2 000亿美元用于军费。彻底裁军，则军费为零。

在一个弱肉强食的世界上，如果美国裁军不设防，但是前苏联扩军，前苏联就可以任意欺侮和损害美国。这样，美国会受到很大损失。损失之大，直至丧失主权。这使我们可以非正式地把这种情况下美国的“赢利”记做$-\infty$，即负无穷大。

这时候，欺侮人的一方的赢利是多少呢？你可能想像应该是$+\infty$，即正无穷大。其实不然。你想想，砍伐一片森林所造成的损失，难道可以用所得到的木材的价值来补偿吗？更不必说占领甚至炸毁对方一座城市，你所得到的远远低于对方的损失。被欺

侮一方的损失，并不会等量地转化为欺侮人的一方的利益，这常常是对抗的规律。所以，在一方扩军欺侮别人、另一方裁军任人欺侮的情况下，我们假定欺侮人的一方将只掠夺到一个有限数额的财富，比方说 10 000 亿美元。这 10 000 亿美元的掠夺成本是上面讲的 2 000 亿美元。没有这 2 000 亿美元的军费来武装到牙齿，就不能征服对方。所以，在上述数据假设之下，掠夺者之纯“赢利”应该是 8 000 亿美元。

可见，如果双方都裁军，各方在这种实际上没有对峙的军事对峙中的“赢利”都为零。如果双方都扩军，那么在这场真正的均势的军事对峙中，各方的“赢利”都等于－2 000 亿美元。双方都花了军费嘛。如果一方扩军另一方裁军不设防，扩军的一方“赢利”为 8 000 亿美元，不设防的一方“赢利”为－∞。这样，我们就可以写下美苏两家的争霸博弈（见下图）。

美国 \ 前苏联	扩军	裁军
扩军	−2 000, −2 000	8 000, −∞
裁军	−∞, 8 000	0, 0

美苏军备竞赛

运用劣势策略消去法，我们马上知道，双方都扩军是争霸博弈惟一的纳什均衡。

20 多年前，现实的军备竞赛形势，的确很像左上角格子代表的情形。这是很可悲的。人类为什么那么愚蠢，不和平共处于

不花费军费的右下角呢？这本来是对双方都比较有利的情况呀。原因很简单：在一个弱肉强食的世界，不论对方是扩军还是裁军，站在自己利益的立场，扩军总是比裁军有利。如果前苏联裁军，那么美国如果也裁军将得 0，美国若扩军将得 8 000 亿美元，所以为了自己的利益美国要扩军；如果前苏联扩军，那么美国也扩军将损失军费的开支 2 000 亿美元，美国若裁军将损失无穷大，所以为了自己的利益美国更要扩军。反过来也一样，这就造成了实际上和囚徒困境一样的争霸博弈均衡：双方都扩军，双方都损失。

值得一提的是，这是人们 20 多年前的数据和思维。现在，世界大势已经和那个时候很不相同。

读者是否注意到，在上面的分析中隐含美苏实力完全相当的假设条件。但是实际情况却是前苏联不像美国那么富强。如果前苏联比美国弱一点，情况又怎么样？这里说的弱一点，不妨具体说明就是军力弱一点点、但是整个经济实力弱很多。请试试做一个美苏军备博弈分析，体现前苏联比美国弱一点的情况。只要不是弱得太多，苏美还是要陷入军备竞赛的囚徒困境。



24 为“和平与发展”作博弈论论证

和平与发展已成为当今时代的主题。这是邓小平理论的重要组成部分。

大家记得，1984 年前后，军委主席邓小平同志主持决策中国人民解放军百万大裁军。这项重大决策，建立在对国际形势的准确把握和深刻分析之上，显示了邓小平同志作为伟大的无产阶级革命家的卓越胆略。受邓小平同志伟大决策的感召，则柯于1986 年在上海《自然杂志》第 12 期发表文章，从博弈论的角度为百万大裁军作论证。

现实世界在某种程度上已经不完全是上一节所描述的两方敌对、弱肉强食的情形。首先是世界力量的多元化，使得互相制约的格局逐渐形成。再次是各方面的力量都在发展，绝对的强弱关系让位于相对的强弱关系。相对强一点的并不足以把对方吃掉，相对弱一点的已经有力量做相当的抗争。为了讨论简单起见，我们暂时仍限于“二人”博弈，但是把原来每方只有扩军和彻底裁军不设防两个策略的博弈，修改为增加一个“有限军备”策略的

选择，就可以看出绝对的强弱关系让位于相对的强弱关系给世界形势带来的巨大变化。

现在，假设博弈双方都有三个可供选择的策略：一个是成本为 2 000 亿美元的扩军策略，一个是预算为 0 的不设防策略，另一个是成本为 500 亿美元的“有限军备”策略。

设 A 采取有限军备策略，那么如果 B 也采取有限军备策略，则双方均势对峙，谁也占不到对方的便宜，但是双方均消耗军费 500 亿美元，所以双方的赢利都是－500；如果 B 花费 2 000 亿美元采取扩军策略，则 B 可以因为比对方强而占到一些便宜，比方说 400 亿美元，但这并不足以抵偿军费的开支，所以 B 的赢利将是 400－2 000＝－1 600 亿美元，A 会因为相对较弱而遭受一定的损失，例如公海上和别的方面的损失，比方说是 1 000 亿美元，所以 A 的赢利是－1 500 亿美元；如果 B 采取彻底裁军不设防的策略，那么仍如前述 A 可以恃强凌弱，得到 10 000 亿美元的好处，赢利为 10 000－500＝9 500 亿美元，B 面临丧失主权的前景，赢利将是－∞。

这样，结合上一节的分析，我们就可以写出新的军备竞赛博弈格局（见下图）：

A \ B	扩军	有限军备	不设防
扩军	−2 000, −2 000	−1 600, −1 500	8 000, −∞
有限军备	−1 500, −1 600	**−500**, **−500**	9 500, −∞
不设防	−∞, 8 000	−∞, 9 500	0, 0

军备竞赛博弈

仔细一看，可以发现对于每一方来说，有限军备都是全局优势策略，扩军和不设防都是全局的劣势策略。所以这个博弈可以用劣势策略消去法来解：把左扩军右不设防两列劣势策略消去，再把上扩军下不设防两行劣势策略消去，最后就剩下中间一个格了。所以，这个博弈的纳什均衡，是双方都采取有限军备策略。

邓小平同志最早洞察到不只两个策略选择，最早洞察到不论对方怎样，有限军备才是我们的最优策略，果断地做出百万大裁军的战略决策。我们用博弈论模拟这个决策，可以体会博弈论数学模型的重要性。不同的模型导致不同的结论，关键是谁的模型符合实际

党的代表大会再次肯定，和平与发展已成为当今时代的主题。

我们在前面讲过，用劣势策略消去法可以做出来的均衡，用相对优势策略画线法也可以做出来。读者不妨试试。



如何让禁鸣喇叭成为交通顺畅的开始

广州市区禁止机动车喇叭鸣叫，是审时度势顺应民意的制度设置。我国一些城市的噪音污染十分厉害。除了工地和装修以外，城市噪音的主要来源是机动车的马达和喇叭。马达噪音由几十万辆机动车的先天质量决定，一下子要治也难，成本负担不起。喇叭鸣叫，却可以先治，因为实施成本不是那么大，这项制度有很好的可行性。

汽车有喇叭，但是在一般情况下不许叫，可算是中国特色的制度创新。我在美国生活过较长时间，也自己开车。除了路考驾驶执照的时候按照考官的指令按响过喇叭说明车况良好以外，还真没有多少其他按喇叭的纪录。在美国是可以鸣喇叭的，那为什么我和绝大多数人一样，绝少按喇叭呢？主要是因为行人、车辆都很守规矩，没有按喇叭的必要。其次，无缘无故按响喇叭，就像开会或听课时晃腿一样，被认为是教养不足的表现。在这样的环境里，一方面没必要，另一方面行为不“上等”，自然就很少发生乱按喇叭的事情。

和美国比较，我们这里行人和车辆原来都比较没有规矩和不守规矩。首先是没有规矩，或者规矩不明确。例如行人怎样走过不设交通灯的斑马线，就没有明确的规矩。与此相联系的，就是随之而来的人们缺乏礼让意识。谁礼让谁吃亏的现实，使我们的“交通博弈”陷入了囚徒困境（见下图）。

汽车 \ 行人	礼让	抢行
礼让	8, 8	1, 9
抢行	9, 1	2, 2

行人、车辆交通博弈

在这个“交通博弈”中，若对方礼让，我也礼让，大家顺畅都可以得 8，我抢行占了便宜可以得 9，站在自己的利益上，抢行为好；若对方抢行，我也抢行大家挤死都只能得 2，我要是礼让却就更糟，寸步难移更只能得 1，所以为了自己的利益，也只好抢行。由此可见，礼让是劣势策略，抢行是优势策略。运用劣势策略消去法，可以知道博弈的结局是大家都抢行，大家都只得 2。这样，我们的“交通博弈”就被锁定在大家都争抢大家都吃亏的“双输对局”（2，2）的位置。

因为我国绝大多数司机是职业司机，所以从首先要求司机礼让人手来解决城市交通的困境，未必不是合理的切入点。这就是下面汽车禁鸣喇叭、实际上要求汽车礼让的博弈。具体来说，我们用双实线表示不许汽车抢行的制度设置（见下页图）。

但是禁鸣喇叭最后是否能够同时达到交通改善的结果，是否

行人

汽车	行人：礼让	行人：抢行
礼让	汽车 8，行人 8	汽车 1，行人 9
抢行	汽车 9，行人 1	汽车 2，行人 2

制度下的交通博弈

能够真正把交通博弈引导到规矩礼让大家受益的“双赢对局”(8，8)，要看行人和自行车是否能够做出回应。实际情况是行人和自行车没有这个自觉性，常常不理会人行道的红灯，硬是挤过马路，让汽车无所适从。这也难怪，当汽车被制度规范住了的时候，汽车已经没有选择。在上面矩阵表示的博弈中，行人抢行可以得利，于是（汽车礼让，行人抢行）行人得 9、汽车只得 1 就成为新制度下的纳什均衡。

既然行人和自行车不能自觉回应，照理说就该设置罚则，让那个 9 至少降到 7，甚至更低，才能达到相互礼让各得 8 的纳什均衡。实现相互礼让从而交通顺畅的目标，论“人均道路面积”，香港恐怕比不上内地，但是香港规矩清楚，管治严厉，交通的通畅度比内地高许多。这值得我们深思。我们禁鸣喇叭的初衷是降低城市噪音水平，但是我希望也能够从这里发展起交通比较顺畅的前景。从交通的角度说，禁鸣喇叭可以是走出上面所说的“双输”局面的第一步，但是必须有第二步跟上来，规范行人和自行车。否则，就像广州现在这样，长期受气的汽车再也耐烦不住，和行人、自行车抢在一起。

我有一个梦：大家都认识到抢行是“不上等”的行为，从道

义上把 9 降到 7 甚至更低，实现车辆和行人、自行车双赢的前景（见下图）。

行人

		礼让	抢行
汽车	礼让	8 8	(9→) 7 1
	抢行	1 9	2 2

梦想的交通博弈



普林斯顿的博弈论大师

本书讲到这里，我们插叙一点儿人物故事。文武之道一张一弛。故事包含启迪。

1994年度的诺贝尔经济学奖，授予三位对博弈论做出奠基性贡献的学者，他们是美国普林斯顿大学数学系的纳什（John F. Nash）教授、美国伯克利加州大学商学院的哈萨尼（John C. Harsanyi）教授和德国波恩大学经济学系的泽尔滕（Reinhard Selten）教授。这是博弈论成为现代经济学重要内容的一个标志。

博弈论的思想源远流长，不过人们都把冯·纽曼和摩根斯腾（O. Morgenstern）在1944年出版的巨著《博弈论和经济行为》，看做现代博弈理论诞生的标志。冯·纽曼是当代最伟大的数学家，是现代计算机科学和数理经济学特别是博弈论的奠基人。可惜，这位天才的学者在1957年55岁的时候就英年早逝，没有活到1969年开始的每年颁发经济学诺贝尔奖的日子。诺贝尔奖的规矩是只授予健在的学者，已经去世的肯定没份。和冯·纽曼差

不多同年的摩根斯腾虽然活到 1977 年，但是一方面他不像冯·纽曼那么耀眼，另一方面博弈论在经济学领域的重要性还不像现在那么清楚，所以他也错过了诺贝尔奖桂冠学者的头衔。1994 年宣布诺贝尔经济学奖的时候，则柯正在美国访问，美国一位颇有名气的经济学家就对我说：诺贝尔奖是瑞典皇家科学院送给国际学术界的礼物，这次他们又把经济学奖送给了数学家。看来，直到那个时候，经济学家对于博弈论是不是经济学，还有不同的意见。

从 20 世纪 30 年代开始，冯·纽曼是美国普林斯顿高等研究院教授，摩根斯腾在普林斯顿大学供职。普林斯顿大学属于美国最古老、最有影响的学府，30 年代才建立的普林斯顿高等研究院，因为一开始就设置了很有成效的运作制度，并延揽了爱因斯坦和冯·纽曼这样的学界泰斗，很快就成为世界性的学术中心。

20 世纪 40 年代末 50 年代初，普林斯顿大学数学系在塔克教授的指导下，有一个致力于数理经济学和博弈论的博士生小组，后来大名鼎鼎的纳什和库恩就是这个小组的学生。现在凡博弈论著作都必须先讲的囚徒困境，就出于塔克教授在斯坦福大学的一次讲演，他的学生纳什则从囚徒困境发展出在博弈论中占据核心位置的“纳什均衡”。

促使纳什在 40 多年以后获得诺贝尔经济学奖的主要工作，就是他的博士学位论文，他在 1950 年 7 月 13 日 22 岁生日那天获得数学哲学博士学位。其实，纳什在纯数学方面的贡献也毫不逊色，如果不说更伟大的话。我的一位年轻半辈的朋友，是专攻微分几何的数学领域的博士研究生导师，我跟他一提起纳什，他就说微分几何的纳什定理，现在仍然是那个领域最基本、最出色

的成果。

从普林斯顿大学毕业以后，纳什很快在著名的麻省理工学院得到终身的教职，那是1958年。翌年，他被美国著名的《财富》杂志评为美国“新数学”的最耀眼的明星。

就在这个时候，病魔袭击了纳什，使他几乎成为一个废人。普林斯顿这个地方和纳什的后来离了婚的妻子，经过将近40年的爱心呵护，才把纳什呵护回来，不仅康复，而且回到了学术世界。纳什的天才创造加上他们的爱护，最终引导他到斯德哥尔摩瑞典皇家科学院，接受了诺贝尔经济学奖的桂冠。下一节我们讲这段美丽的故事。

普林斯顿大学和普林斯顿高等研究院那么出色似乎也不奇怪，毕竟那是世界上少有的科学圣地。值得注意的是，这一节提到的冯·纽曼和哈萨尼，还有其他一些学者，都毕业于匈牙利首都布达佩斯的同一所中学。一所中学出了这许多如此重量级的科学大师，值得在教育学上大书一笔。



27

桂冠学者，爱心玉成

1991 年初则柯在美国伯克利加州大学拜访美国经济学会会长、1983 年度诺贝尔奖获奖者德布鲁教授的时候，他请大家注意博弈论在经济学中的作用越来越重要。1981--1983 年则柯应库恩教授邀请第一次在美国普林斯顿大学访问进修，知道后来获得诺贝尔经济学奖的博弈论学者纳什的一些故事。纳什的学术成就，当然无愧于瑞典皇家科学院的这一份厚礼。但是如果没有普林斯顿这一广纳英才的环境的爱心呵护，如果没有他已经离婚的妻子和其他亲人的爱心呵护，被精神分裂症折磨了 30 多年的纳什，能否活到现在并且具有起码的心智状态被考虑授予诺贝尔奖，实在是一个很大的疑问。

纳什的妻子阿丽莎，原来是他在麻省理工学院教微积分时的物理系学生，来自萨尔瓦多。1957 年当纳什学术休假到普林斯顿高等研究院访问的时候，他们结了婚。一年后当他们回到麻省理工学院时，纳什得到了终身职位，阿丽莎怀上了他们的孩子。也是在这个时候，美国著名的《财富》杂志把纳什评为美国最耀

眼的科学新星。生活那么美好，那么甜蜜，却不料在接近 30 岁、学术生涯向巅峰攀升的大好年华，病魔袭击了纳什。从 1959 年开始，偏执型精神分裂症逐渐使他几乎成为一个废人。上课的时候，他会语无伦次，甚至做出很不像样的举动。讲演会上，他会说一些不连贯的、毫无意义的东西。因为实在无法继续工作，纳什辞去了在麻省理工学院的教职。

纳什完全变成了另一个人。他热衷于给政治人物写一些奇怪的信，在欧洲游荡差点被法国警察抓到精神病院。留在国内的妻子以及他的同事，开始收到一些奇怪的明信片，充斥着莫明其妙的数字。他怀疑被跟踪、被刺杀，甚至一度要求放弃美国公民的身份。

最终，纳什夫妇分居了，后来正式离婚。纳什回到西弗吉尼亚州，和母亲住在一起。往后的 30 多年，纳什的时间是在故乡西维珍尼亚、精神病医院和普林斯顿度过的，后来主要在普林斯顿。离婚以后，好心的阿丽莎还是让纳什像在普林斯顿的时候和她住在一起。她再也没有结婚，依靠自己作为电脑程序员的微薄收入和亲友的接济，照料前夫和他们的儿子。

纳什变成普林斯顿大学数学系和物理学系所在的范氏大楼的幽灵，这个范氏就是老一辈学人都知道的“范氏大代数”的那个范氏。纳什的实体存在，成为普林斯顿“脑体问题”的话题。

阿丽莎坚持认为纳什应该住在普林斯顿，这是很有道理的。纳什的妹妹马莎十分欣赏嫂子的这个意见，她说得更明白：在别的地方如果你行为古怪，会被当做疯子，可是在普林斯顿这个有许多人获得过诺贝尔奖的地方，如果你行为古怪，人们会想，你可能是一个天才。毕竟，这里不仅有树林中的爱因斯坦小道，而且人们都知道爱因斯坦为邻居小女孩做算术题换取糖果的轶事。

纳什得病，给他的普林斯顿校友很大打击。当时，在论著中引用同学纳什最多的博弈论专家夏皮利说，纳什得病使大家都非常沮丧，你根本无法跟他谈话，更谈不上了解他的思想。

回到普林斯顿以后，朋友们一再力图帮助纳什哪怕是象征性地参加什么研究项目，但是都未能成功。夏皮利曾经为纳什争取到一笔现金奖励，是惟一的成功例子。后来，同事们做出安排，使他能够使用大学的计算机，希望神奇的电脑能够唤醒他超人的才智。普林斯顿的人们充满了爱心，但是却一度越来越相信，曾经做出过如此深刻的科学发现的纳什，恐怕再也逃不出常常要被送进精神病院的命运。

想不到，医生、亲人和普林斯顿的爱心，终于浇育出绚丽的花朵。我不想说那是奇迹。大约在 20 世纪 80 年代，纳什的病情开始有了转机。他逐渐可以与人交谈，有时候还可以讨论一点儿问题。特别是，他终于跟上在他被精神分裂症折磨的 30 年里不断更新换代的计算机。

差不多就在这个时候，纳什曾经成为经济学诺贝尔奖候选人，但是最终没有成功。当时间走近 1994 年的时候，博弈论获奖的形势更加有利，是瓜熟蒂落的时候了。1985 年没有把诺贝尔经济学奖授予纳什，与其说因为对他的贡献的认识尚不足，不如说人们对他当时的心智状态的疑虑起了更大作用，归根结底，纳什因精神病而不能工作是众所周知的事实。获奖者总要到斯德哥尔摩来，面对国王和王后向瑞典皇家科学院发表一篇通俗、深刻、得体的答辞。纳什做得到吗？此外，虽然并没有规定说不具有职位或退休职位的人就不能获奖，但其实总还是有个什么头衔比较说得过去。恰恰在这许多年里，纳什什么也没有。

在这个关口，纳什当博士研究生时的同学、普林斯顿大学数学系和经济学系著名的数理经济学家库恩教授发挥了特殊的作用。库恩向诺贝尔委员会申明，如果因为健康状况就剥夺纳什当之无愧的诺贝尔奖，那“实在需要过分的勇气”。当库恩等人的坚持有了初步的然而明确的正面回应时，又是根据库恩的建议，普林斯顿大学数学系给了纳什一个“访问研究合作者”的身份。

求学在普林斯顿，生活或养病在普林斯顿，纳什是幸运的。遥想在故乡西弗吉尼亚读小学的时候，老师告诉纳什的母亲他的数学很糟糕。后来，在普林斯顿，他表现为真正的天才。现在，由于前妻和普林斯顿的长期呵护，纳什终于获得了他应得的诺贝尔奖。

在1994年宣布诺贝尔经济学奖之前的几个星期，库恩和纳什一起去医院看望他们的导师。这时，塔克教授已届90高龄。当告别离开的时候，库恩独自又转了回来，告诉老师一个惊人的消息：纳什将获得诺贝尔奖，虽然他本人还未知晓。塔克当然非常高兴。库恩之所以先知，是因为在9月初，瑞典方面就要求库恩协助准备一份纳什的履历并提供若干供选用的照片。是啊，怎么能先让纳什本人知道呢？1996年哥伦比亚大学的维克利教授因财税、招标和信息经济学的贡献而获奖后不到两天就因为干扰太多兴奋不过来而去世，就是一个后证。

瑞典皇家科学院的公告宣布以后，普林斯顿大学举行了新闻发布会，庆贺大学又多了一项诺贝尔奖桂冠，香槟酒塞子飞了一地。校园里流传着纳什向先前的桂冠学者请教如何组织答谢演讲的添油加醋的故事，数学系更为有了第一次获得诺贝尔奖的记录而兴奋，因为数学的最高奖菲尔茨奖他们固然得了许多，获得不授予数学的诺贝尔奖，却有特殊的意义。

对于纳什故事有进一步兴趣的读者，可以看我们编写的《爱心护天才》（三联书店，北京，2000）和我们翻译的美国记者娜萨的《普林斯顿的幽灵》（上海科技教育出版社，上海，2000），或者《美丽心灵》（上海科技教育出版社，上海，2002）。纳什的故事还被好莱坞搬上了银幕，并且获得许多奖项，可惜电影实在难以传神。



从情侣博弈说经济模型

前面说过，情侣博弈的英文原名是 Battle of the sexes，有人翻译成性别之战，有人翻译成夫妻之争，我觉得都不如情侣博弈来得好。不过青菜萝卜各有所爱，自然也不必强求。

但是情侣博弈原来的“模型”如下面的矩阵所示，我觉得在一个赋值上没有道理。情侣博弈说的是，即使是热恋中的情侣，双方的爱好还是不相同的。大海是个超级球迷，丽娟最喜欢芭蕾，但是分开各自度过这难得的周末时光，才是最不乐意的事情。这就是博弈形势的背景。

一起看球，大海最高兴得 2，丽娟也高兴得 1；一起欣赏芭蕾，丽娟最高兴得 2，大海也高兴得 1；分开大海看球丽娟看芭蕾，大家都不那么高兴，各得 0，这些设置都有道理。但是左下方格子表示的是，本来不喜欢芭蕾的大海偏偏赌气独自去看芭蕾，本来不喜欢足球的丽娟偏偏赌气独自去看足球，怎么也是各得 0？（见下页图）我看至少应该

		丽娟 足球	丽娟 芭蕾
大海	足球	2, 1	0, 0
大海	芭蕾	0, 0	1, 2

情侣博弈再思考

各得－1。因为0是分开各人找自己喜欢的节目的赋值。现在是分开各人去看自己不喜欢的节目，赋值当然要比0低。这就应该得到下面的博弈矩阵：

		丽娟 足球	丽娟 芭蕾
大海	足球	2, 1	0, 0
大海	芭蕾	－1, －1	1, 2

情侣博弈修正

那么，在情侣博弈原先的矩阵表达中，为什么左下角两个数字都设为0呢？原来，许多经济模型专家和博弈论专家，都有一种“对称性怪癖”或者说“对称性偏好”，喜欢对称的模型。左下角两个数字都设为0，这样得到的模型就有他们喜欢的对称性。喜欢对称性是有道理的，例如，对称的模型往往其解也是对称的，这对于求解经济学问题很有帮助。问题是当实际情况很难具有对称的表达的时候，硬要追求脱离实际的对称性，模型的信

服力可能受损。

这也是前面在叙述美英是否集中资源共同支持巴顿将军还是共同支持蒙哥马利元帅的下述博弈的表达中，左下角不是两个2而是两个1的道理。我觉得这样表达比较好。

美国 \ 英国	支持巴顿	支持蒙帅
支持巴顿	4, 3	2, 2
支持蒙帅	1, 1	3, 4

盟军战略选择博弈

经济模型是时髦的说法。上面讲的都是经济模型。经济模型很有用，但是盲目崇拜不可取。别人提出一个模型，我们要想想它是否符合实际。前面讲过，根据每方只有两个策略选择的“苏美争霸”模型，双方都要扩军；根据双方都有三种策略选择的战略对峙模型，却展示了“和平和发展”是当代的主题，我们可以实施百万大裁军。这就是很好的例子。

原来的苏美争霸模型两行两列，我们的模型三行三列，如果因此你以为模型越大越细致越好，那就错了。最要紧的是看模型是不是接近事物的本质，看有关的数据是否接近实际。在这个原则之下，如果能够说明同样的问题，模型是越简单越好，越简单越值得夸奖。复杂的模型会使讨论对象变得模糊，甚至在相应的计算中出现误差掩盖本质的情况，从而不能得出任何有意义的结果。谢天谢地，本书只需要比大小，不必做其他任何计算，就可

以解决许多问题。有时候（仅仅是有时候!），有人对你说一定要如何如何高深的计算才能够讲清楚一个问题，很可能他自己就不得要领。

"文明伞"案例给我们提供了如何对待模型的又一教益。考虑到顾客到商场购物遇雨不方便，北京市有关商业部门在1997年统一制作了一批应急伞，供顾客无偿、无抵押借用。20 000把伞在初夏开始发放，雨季结束清点，各商场所存一共3 344把。这本来已经不错，一些人却因为回收率约17%达不到心目中的预期，怪居民的素质低。岂料有人提醒，三北防护林初见成效，北京地区气候好转，那年夏天北京下了30场比较大的雨，文明伞"应该"周转了30次。所以，回收率的30次方才等于17%。这样算出回收率很高，差不多九成半，应该是居民素质提高的重要例证。每次回收九成半，30次九成半下来，才变成最后的17%。

那么，17%还是94%，究竟哪个对哪个错?《中国青年报》为此采访了中国人民大学一位统计学教授。据《中国青年报》头版头条的报道，该教授说："两种推算方法都对，17%是总的回收率，94%是每次发放的回收率，……"但是大家都知道，只依靠发放了20 000把雨伞、收回了3 344把雨伞和下过30场比较大的雨这么三个数据，就算出"每次发放的回收率是94%"实在缺乏依据。如此滥用模型，岂非儿戏?那么善于让人皆大欢喜的教授，你怎么敢相信。



29 情侣博弈的哲理启示

如果你同意我上次对原来的情侣博弈模型数据的修改，同意下面我写的大海和丽娟"周末节目博弈"，我还想利用这个机会为现代经济学和理性行为说几句话。

		丽娟 足球	丽娟 芭蕾
大海	足球	2, 1	0, 0
大海	芭蕾	−1, −1	1, 2

周末节目博弈

所谓经济主体人的理性行为，就是从自己的利益出发。现代经济学的讨论建立在"理性行为假设"的基础之上。为自己利益似乎就要损人利己，这是一些对现代经济学无聊批评的实质内涵。居民想生活得好一些、企业想利润高一些，不都是天经地义

的吗？这就是理性行为。现代经济学在给我们展示发达市场经济的前景。上次说过，如果你在伦理上还是接受不了希望自己好的理性行为，老是觉得必须依靠希望别人好社会才能发展得好，那么为什么不换个角度想想，现代经济学说明“为自己”的社会会发展得很好，那么我们这个许多人还为别人着想的社会，理应发展得比经济学展示的前景更好。这样想，你会不会舒服一些？

但是，完全不为自己着想就好吗？实在不见得。大家读过美国作家欧·亨利著名的短篇小说《圣诞节的礼物》，我这里给一个新的版本：吉姆和德拉小两口很穷。吉姆有一只挂表，但是穷得没了表链；德拉有一头金黄色的秀发，可穷得连梳子也买不起。圣诞节到了，吉姆送给德拉一个梳子，德拉送给吉姆一条表链。可是，德拉再也不需要梳子了，因为她卖了秀发为吉姆买回了表链；吉姆再也不需要表链了，因为他卖了挂表为德拉买了梳子。原来，吉姆是多么欣赏德拉的一头金黄色的秀发啊，德拉一向又是多么深情地看着吉姆注视他母亲遗留的挂表。可是现在，他们什么都没有了！

这差不多就是周末节目情侣博弈中左下角的非理性结局。如果不是陪丽娟，大海没有道理去看芭蕾，如果不是陪大海，丽娟也没有道理去看足球。他们都陷入非理性行为。

但是，我们可以专门建立一个模型来分析吉姆和德拉的圣诞礼物博弈：小两口往常过着平淡而心心相印的生活，各得 1；如果吉姆把表卖了给德拉买梳子，吉姆得 2，德拉得 3；如果德拉剪去一头秀发换回表链给吉姆，德拉得 2，吉姆得 3。这些应该讲得过去，或者你把 2 和 3 对调也行。但是吉姆卖表买梳和德拉剪发换链同时发生，那么他们一定都非常伤心，伤心做了永远难

以弥补的蠢事，各得 -4，这不是我罚他们，是他们自己的心境（见下图）。

吉姆 \ 德拉	剪秀发换表链	不剪
卖表买梳	-4, -4	**2**, **3**
不卖	**3**, **2**	1, 1

圣诞礼物博弈

有人喜欢悲剧美。则柯年近花甲，又因常为理性行为辩护遭误会，但是每当认真地想到《圣诞节的礼物》这个故事，仍不免心里流泪，美不起来。只要不害人，真不该谴责为自己考虑。“保重身体，就是孝敬父母，就是珍重朋友”，还是很有道理。一向以来，舆论宣扬许多不顾身体、不顾家庭的无私奉献，在这些事迹背后和事迹以后，有不少叫人悲绝的不美的故事。社会恐怕很难因为这些事迹就真正增加整体的祥和与福利。你说是不是？

顺便说说，西风东渐，国人也开始讲究礼物要让人惊喜。《圣诞节的礼物》告诉我们，惊喜是奢侈品，如果你还不富裕，你享受不起。



博弈论不能包医百病

回想情侣博弈说大海是个球迷，丽娟最喜欢芭蕾，但是分开各自度过这难得的周末时光，才是最不乐意的事情。那么他们怎样安排周末节目呢？我们已经知道情侣博弈有两个纳什均衡：或者一起看球，或者一起看芭蕾。但是，就单次情侣博弈而言，最后结局究竟落实到哪一个纳什均衡，是博弈论尚未解决的问题。

		丽娟	
		足球	芭蕾
大海	足球	2, 1	0, 0
	芭蕾	−1, −1	1, 2

周末节目博弈

博弈论和经济学别的分支不一样，它常常不是指出“一定会”怎么样，而是指出“可能会”怎么样，从告诉你“一定会”

怎样变成告诉你"可能会"怎样，形式上是退了一步，可是如果讲的是真话，那么虽然表面上不很漂亮，比讲大话、讲好话还是有价值。学问和理论更加要讲究实事求是，不能把自己吹嘘得包医百病。读者已经有过太多这样的经历和教训：给你说得好好的一定会怎么样，到头来却可能完全不是那么一回事。

情侣博弈的实际结局，要由别的因素来决定。比方说今天是大海的生日，丽娟就迁就大海一些，一起去看足球。反过来也是一样，如果是丽娟的一项工作得到好评，该庆祝一下，就一起去看芭蕾。这样的安排，你是否觉得合情合理？

下一节，我们用第二次世界大战中著名的诺曼底登陆战役决策，来说明许多博弈的实际结局要由"别的因素"来决定。商场如战场，这是许多企业家的共识。事实上，在战争和经济竞争中，都有许多双方如何对策的故事。



诺曼底登陆

第二次世界大战进行到 1944 年的时候，包括中国、美国、英国和前苏联在内的盟国反法西斯战线，已经开始对日本和德国这两个法西斯轴心国展开大反攻。在欧洲，以艾森豪威尔为总司令的盟国远征军，经过近一年的准备，在英国集结了强大的军事力量，准备横渡英吉利海峡，在欧洲开辟第二战场。

在此之前，由于希特勒德国在第二次世界大战初期几乎征服了中欧和西欧大陆，欧洲大陆除了游击战争以外，只有东翼的苏德战场是两大阵营对抗的正面战场。为了取得对法西斯轴心国的胜利，减轻自己的军事压力，前苏联方面一再要求美英同盟国及早在欧洲大陆开辟第二战场。1944 年春天，由于英美联军在北非战场上彻底摧毁了德国隆美尔元帅的抵抗，德军已经完全收缩到欧洲大陆，盟军在欧洲西翼开辟第二战场的时机终于成熟了。

大家知道，兵家最忌两边作战。自 20 世纪 30 年代后期，在英、法两国的绥靖政策纵容下，德国吞并奥地利和侵占捷克苏台德地区以来，希特勒都一直尽量避免在两条战线同时作战。每次

要侵略一个国家，他总是要花招设法稳住别的国家。这样逐个击破，最后欧洲大陆主要就剩下一支前苏联红军在浴血奋战，与德国法西斯军队抗衡。

横渡英吉利海峡，开辟欧洲第二战场的时机终于不可延误地到来了。跨海作战，当时可供盟军渡海登陆的地点有两个：一个是塞纳河东岸的布隆涅—加来—敦刻尔克一带，这里海峡最狭窄的地方只有几十公里，是一个理想的登陆地点；另一个是塞纳河西岸的诺曼底半岛，但是这里海面比较宽阔，渡海时间将比较长，比较容易被德军发现。

这时候，德军在欧洲西线的总兵力是 58 个师，要布防的海岸线长达 3 000 英里。因此，德军只能把主要兵力放在它认为盟军最有可能渡海登陆的地方。同时，盟军在英国集结能够用于渡海作战的兵力，由于受登陆舰船容量的限制，数量也有限，只能考虑集中有限的兵力重点进攻一个地方。所以，无论是对于盟军还是对于德军，选择和判断盟军将在哪里登陆，已经成为这次跨海作战成败的关键。

守备欧洲大陆西海岸的德军西线，有两个司令官，一个是伦德泰元帅，另一个是隆美尔元帅。他们都估计到盟军即将渡海进攻，但是在判断盟军的登陆地点上，却各执一词。伦德泰认为兵贵神速，盟军多半会取道海峡较窄的加来一带急速渡海登陆，这一带正是伦德泰驻防的地方。曾经在北非沙漠跟英国蒙哥马利元帅和美国巴顿将军鏖战多时的隆美尔，凭直觉判断盟军将在他主要布防的诺曼底一带登陆，主张在这一带集中兵力。事后在我们这些旁观者看来，两位元帅都认为应该重点加强自己防区的防御，虽然他们各有分析、各有理由，却还是难免有“屁股指挥脑袋”的成分：驻守在什么地段，就论证自己这个地段重要。

希特勒虽然比较欣赏隆美尔的判断，但又不想冒明确支持隆美尔的风险，得罪伦德泰。结果，他决定把西线的兵力大体平分给两位元帅。这么一来，面对盟军集中成一个拳头的兵力，在后来盟军选择登陆的诺曼底一带，德军的守备力量就显得相对薄弱，隆美尔手下可供调遣的装甲师只有一个。这是希特勒犯下的一大决策错误。

在具体战术上，伦德泰和隆美尔也有很大分歧。伦德泰主张"纵深防御"，即先把登陆盟军放进来，再发动强大反击，围歼盟军的有生力量。隆美尔则清楚战局已经对德国逆转，认为围歼盟军有生力量的胃口太大，觉得最好的办法莫过于一旦发现盟军即将抢滩登陆，即趁其立足未稳，迎头予以痛击。为此，隆美尔请求给诺曼底增派装甲师。这一请求没有被处在两个元帅之间态度模棱两可的希特勒接受。其时，盟军频频发出迷惑性的电报，制造即将发动在广阔海岸线上全面进攻的假象，使希特勒过高估计了盟军将用于渡海作战的兵力，认为即使是在诺曼底一带登陆，也不过是在从加来到诺曼底的广阔海岸线上全面进攻的前奏。这也是希特勒优柔寡断没有听取隆美尔的意见去全力加强诺曼底防御力量的一个原因。

不仅平常的讲稿和习题喜欢讲一点儿俏皮话，甚至最严肃的考试往往都富于幽默，这是名校和大师的特点。1981 年，普林斯顿大学物理学研究生的博士学位候选人资格考试试题的第一面，就写道：请注视离你最近的那个同学，估计一下他或她的电容量是多少，如果……。也是在这一年，我在美国普林斯顿大学第一次找到一份大学低年级学生博弈论入门课程的练习题的时候，就被练习题的精妙设计所吸引。下一节我们就讲那道博弈论习题。



普林斯顿大学的一道习题

题目：如果给你两个师的兵力，由你来当“司令”，任务是攻克“敌人”占据的一座城市，而敌军的守备力量是三个师，规定双方的兵力只能整师调动，通往城市的道路只有甲乙两条。当你发起攻击的时候，你的兵力超过敌人，你就获胜；你的兵力比敌人的守备兵力少或者相等，你就失败。那么，你将如何制定攻城方案？

你可能要说，“为什么给敌人三个师的兵力而只给我两个师？这太不公平。兵力已经吃亏，居然还要规定兵力相等则敌胜我败，连规则都不公平，完全偏袒敌人。”为此你也许会大为不满，你这个“司令”要来个躺倒不干。

其实，这次模拟“作战”，每一方取胜的概率都是50%，即谁胜谁负的可能性是一半对一半。能否神机妙算，指挥队伍克敌制胜，还得看你这个司令的本事。

为什么说取胜的概率是一半对一半呢，让我们先学一点儿“纸上谈兵”。

我们来分析一下：敌人有三个师，布防在甲乙两条通道上。由于必须整师布防，敌人有四种部署方案，即：

A. 三个师都驻守甲方向；

B. 两个师驻守甲方向，一个师驻守乙方向；

C. 一个师驻守甲方向，两个师驻守乙方向；

D. 三个师都驻守乙方向。

同样，你有两个师的攻城部队，可以有三种部署方案，即：

a. 集中全部两个师的兵力从甲方向攻击；

b. 兵分两路，一师从甲方向，另一师从乙方向，同时发起攻击；

c. 集中全部两个师的兵力从乙方向攻击。

和以前一样，如果我们用“+，−”表示我方攻克，用“−，+”表示敌方守住，就可以画出交战双方的胜负分析图（见下图）。

敌军

我军	A	B	C	D
a	−　+	−　+	+　−	+　−
b	+　−	−　+	−　+	+　−
c	+　−	+　−	−　+	−　+

攻防作业演练

假设你采取 a 方案，那么如果“敌人”采取 A 方案，你的两个师将遇到敌军三个师的抵抗，你要败下阵来，所以是（−，

十）；如果"敌人"采取B方案，你的两个师遇到敌军两个师以逸待劳的抵抗，你也要败下阵来，同样是（一，十）；但是如果"敌人"取C方案，你以两个师打"敌人"一个师，你就会以优势兵力获得胜利，结果是（十，一）；同样，如果"敌人"采取D方案，你攻在敌军的薄弱点上，你就能长驱直入，轻取城池，结果也是（一，一）。

和以前的博弈表示略微不同的地方，是现在每个格子里面只有正负号，没有数目字。希望这不会使你感到不安。如果你还是喜欢有数目字，那也容易得很，每个正负号后面都加上同一个数目字就行，同一个1，同一个1944，或者同一个1998、同一个2002。要紧的只是表达出输赢。这样你就知道，在上述表达中，正负号要紧，具体数目字无所谓。这也就是我们在前面讲过的博弈支付的序数赋值比基数赋值更加要紧的道理。



诺曼底登陆模拟：取胜概率相等

交战双方的胜负分析表画出来以后，从十、一的分布来看，似乎双方取胜的机会都一样大。《博弈论平话》的读者，可以运用劣势策略消去法把它化简。

实际做这个题目的时候，如果先从我方入手，一下子是分不出优劣来的，a和B、b和C、c和C之间，都说不上谁比谁优，谁比谁劣。于是我们从敌方入手，尝试站在敌军的立场，比较策略A和B。如果我军采取策略a，敌军取A或B都会赢，结果一样。如果我军采取策略b，敌军取A会输取B会赢。如果我军采取策略c，敌军取A或B都会输。可见，在敌军看来，策略B比策略A好：采取策略A会赢的话（如我军取a），采取策略B一定也会赢；采取策略A会输的话（如我军取b或c），采取策略B却不一定会输，因为假如我军取b，敌军就赢了。比较策略A和B，我们知道B是（普通）优势策略，A是劣势策略。同样，策略C和D比较，C是（普通）优势策略，而D是劣势策略（见下页图）。

智慧的或者说理性的局中人是不会采用劣势策略的，所以当

敌军

我军	A	B	C	D
a	+ / −	+ / −	− / +	− / +
b	− / +	+ / −	+ / −	− / +
c	− / +	− / +	+ / −	+ / −

攻防作业演练

做出博弈的矩阵表示以后，如果发现劣势策略，你就可以把它划去，这就是劣势策略消去法。

现在，剩下下图那个三行两列的矩阵，六个格子中，(－，＋)比(－，－)多，似乎敌方的赢面比较大，其实不然。因为到了敌方不会采用"笨蛋"策略的时候，到了敌方只剩下B和C两个较优策略的时候，我方的三个策略之中，原来不是劣势策略的b，现在就变成(普通)劣势策略了。我们也不是笨蛋，所以我们也应该把b删去。

敌军

我军	B	C
a	+ / −	− / +
b	+ / −	+ / −
c	− / +	+ / −

攻防作业演练（续）

最后，得到下面这个两行两列的矩阵博弈表示（见下图）。

敌军

我军	B	C
a	− ＋	＋ −
c	＋ −	− ＋

攻防作业演练（续）

情况最终就是这样：敌军必取B或C那样的二一布防，一路两个师，另一路一个师，而我军必集中兵力于某一路实施攻击，即a或c那样的攻击策略。这样，你若攻在敌军的薄弱处，你就获胜，你若攻在敌人兵力较多的地方，你就失败。总之，敌我双方获胜的可能性还是一样大。“司令”先生：不要躺倒不干，你不比对方吃亏。

这虽然是一个模拟的例子，却具有相当的现实意义。诺曼底战役前的情况，大体也是这个样子。跨海作战，攻方能够调动来渡海作战的兵力，通常总是比守方可以用于守备的兵力少。模拟作战中假设攻方兵力为两个师而守方的兵力为三个师，就是这样的背景。另外，渡海登陆作战，通常至少在一开始的时候，攻方要承受很大的牺牲。模拟作战中规定若攻守双方兵力相等则攻方失败，就体现了这个意思。



诺曼底战役决策的天文气象因素

诺曼底战役的战前博弈分析已如上述，最后得到两行两列的双矩阵博弈表示，添上数字也可以。如果说上述博弈分析代表参谋作业的话，最后敌方用 B 还是用 C，我方到底用 a 还是用 c，那就得司令下决心了。的确，最后结局要由别的因素来决定。以后我们会清楚，博弈分析做到这一步，“已经完成历史任务了”。战争指挥是综合的艺术，任何一门具体的理论都不能包医百病。事实上，影响一次战役胜负的因素很多，现在首先讲讲影响诺曼底战役决策的地理、气象、天文、水文因素。

6 月初，正当盟军在艾森豪威尔的统帅之下，经过缜密的计算和将近一年的准备，完成将在诺曼底登陆的所谓“D 日战役”，即“霸王计划”部署的时候，英吉利海峡狂风怒吼，波涛汹涌，出现了历史上少有的坏天气。本来，参谋部制定的计划是在 6 月 5 日发起渡海作战。恶劣的天气迫使这一计划推迟。在焦急之中，盟军参谋部综合分析了气象资料，预测到，在暴风雨的间隙中，只有 6 月 6 日，英吉利海峡将有一段大半天时间的好天气。

艾森豪威尔当机立断，在6月4日深夜下令，改在6月6日开始执行“D日战役”。

与此同时，德军的天气预报却说，海峡将有连续几天的恶劣天气，估计盟军无法采取渡海作战这样庞大的联合军事行动。由于这一预报，6月5日早晨，不仅隆美尔离开前线回柏林晋见希特勒，商谈装甲部队的部署问题，甚至德军在空中和海上例行的侦察行动也暂时取消了，整个西线处在毫无戒备的状态。在这场“小小的”气象预报战中，希特勒方面再次处于下风。

艾森豪威尔决心在6月6日发动“D日战役”，当然有铤而走险的成分。如果6月5日前后这一段时间错过，他又要等很长时间。可是，几十万部队、几千艘舰艇、上万架作战飞机，是经不起长时间集结待命的。古代中国兵法和战例就有“一鼓作气，再衰三竭”的说法，集结时间太长，战斗力一定会大受影响。同时，长时间这么大规模地集结，保密工作也一定变得十分困难。

为什么错过了6月5日前后这一段时间就一定要再等待很长时间呢？这就和战役要求以及天文、水文条件有关了。按照计划，发起攻击的当天，盟军的三个空降师将在凌晨二时左右降落在欧洲大陆。这段时间，需要夜色黑暗来掩护空降及空降后最初的集结运动。同时，上万艘舰船借夜色隐蔽横渡英吉利海峡后，却要求在黎明前时分接近海岸时，有比较好的月光，以便观察清楚德军在海上设置的障碍物。大家知道，月亮每天比前一天晚升起大约48分钟，即0.8小时。原来计算的6月5日前后这三天，正是月亮在黎明前光线较好的日子。这段日子错过，就要再等一个月了，这是因为0.8小时×30＝24小时，一个月有30天，一天有24小时。

上面说了德军在欧洲大陆西海岸沿线的浅滩上，设置了许多

障碍物。船舶误入障碍，就会被撞伤或者被卡住。这样一来，盟军登陆的时间还必须选择在海水低潮的时间。因为潮水低，障碍物暴露在水面上，就可以在一定程度上防止船舶的损伤。诺曼底一带的潮水和广东珠江口一带一样，是半日潮，即每天涨潮两次退潮两次，“涨、退、涨、退”地循环，每天的涨潮退潮时间，比前一天往后推 48 分钟，即 0.8 小时。现在算好 6 月 5 日前后黎明前正是低潮，错过了这段时间的话，单单是等待下一个黎明前低潮的时间，就要半个月，这是因为 0.8 小时 ×15＝12 小时，半个月合 15 天，半天合 12 小时。



35 诺曼底战役的反间谍故事

打仗讲究“参谋做计划，司令下决心”。得到下述两行两列的矩阵博弈表示以后，最后敌方用B还是用C，我方到底用a还是用c，那就看司令的神机妙算了。诺曼底战役博弈的下述两种矩阵表示，只差是否写1。如果说分析计算对于参谋作业非常重要，那么灵感和直觉对于司令下决心就十分要紧。你攻在敌人的弱处，就赢；攻在敌人的强处，就输。所以，除了上面讲过的地理、气象、天文、水文等因素以外，情报因素更是至关重要。如果希特勒确知盟军将从诺曼底发起攻击，当然会重兵把守诺曼底，纳粹德国说不定可以多苟延残喘一些日子。如果德军知道盟军将在6月初发起攻击，前线司令隆美尔就不会在这个时候回柏林晋见希特勒，让整个西线处于毫无戒备的状态。事实上，“霸王计划”的实施，就几乎败在一个打入盟军司令部的德国间谍手下（见下页图）。

德军

盟军	B	C
a	− / +	+ / −
c	+ / −	− / +

或者

德军

盟军	B	C
a	−1 / +1	+1 / −1
c	+1 / −1	−1 / +1

盟军在西欧开辟第二战场前的攻防博弈形势

5月29日，艾森豪威尔下令打印“D日战役”文件。文件打印以后40分钟，情报人员发现原来规定只打印4份的文件，实际上打印了5份，并且这第5份已经不翼而飞。经过紧张调查，才确认这是d小姐干的，她巧妙地把打印命令上的4字改为5字，并且盗走了那多印的1份。当盟军反间谍人员赶上并击毙d小姐并且缴获她盗窃的文件的时候，她距离和同伙接头的地点，只剩下不到一小时的路程。如果这份绝密的记有具体登陆地点、兵力配备、各部队调度部署的重要文件落入德军手里，那后果真是不堪设想。

一切条件都符合要求的情况是很少的，常常是顾得了这头顾不了那头。现在，盟军参谋部预测在暴风雨的间隙中，6月6日

英吉利海峡将有一段时间的好天气。机不可失，时不再来。艾森豪威尔当机立断，决定冒险抓住这个机会，下达了发动战役的命令。

6 月 6 日凌晨两点，盟军三个伞兵师空降到德军防线后面。接着，盟军的飞机和军舰猛烈轰击德军的防御阵地。清晨六点半，盟军的第一批地面部队终于在法国西北部的诺曼底地区登陆。经过激烈的战斗，盟军 15.6 万人占领了诺曼底滩头。三个星期以后，盟军才最后巩固了自己的阵地。

这就是第二次世界大战中著名的诺曼底登陆战役。战役之胜利，固然首先取决于世界反法西斯战线艰苦战斗得来的反攻致胜的大局，取决于艾森豪威尔将军的运筹帷幄，不过盟军参谋部出色的参谋工作，的确也功不可没。1944 年的德国，虽说已经开始走下坡路，但是当年横扫欧洲大陆的余勇犹存，而且还掌握着欧洲大陆的全部资源，力量还是很大。现在，由于德军参谋部气象预测等错误，在盟军发起攻击的时候，德军的司令不在前线，整个防备比较松懈，所以让盟军占了先机。但是即使这样，动用几十万部队、几千艘舰艇和上万架作战飞机的盟军，也需要再苦战三个星期才最终巩固了在诺曼底的胜利，那么我们可以设想，如果德军的参谋工作好一点，不给盟军以“攻其不备”的优势，战事的进行恐怕就不是这个样子了。至少，反法西斯同盟方面可能要承受更大的牺牲。



猎人博弈和帕累托优势

这一节讲另一个著名的博弈模型：猎人博弈。设想在古代的一个地方，有两个猎人。那时候，狩猎是人们的主要生计。为了简单起见，假设主要的猎物只有两种：鹿和兔子。在古代，人类的狩猎手段还比较落后，弓箭的威力也有限。在这样的条件下，我们可以进一步假设，两个猎人一起去猎鹿，才能猎获1只鹿，如果一个猎人单兵作战，他只能打到4只兔子。从填饱肚子的角度来说，4只兔子算它能管4天吧，1只鹿却差不多能够解决一个月的问题。这样，两个猎人的行为决策就可以写成以下的博弈形式（见下图）：

甲 \ 乙	猎鹿	打兔
猎鹿	10, 10	0, 4
打兔	4, 0	4, 4

猎人博弈

打到1只鹿，两家平分，每家管10天；打到4只兔子，只能供一家吃4天。表格中的数字就是这个意思，每个格子里面，左下角的数字是甲的得益，右上角的数字是乙的得益。如果他打兔子而你去猎鹿，他可以打到1只兔子，而你将一无所获，得0。

如果对方愿意合作猎鹿，你的最优行为是和他合作猎鹿。如果对方只想自个儿去打兔子，你的最优行为也只能是自个儿去打兔子，因为这时候你想猎鹿也是白搭，一个人单独制服不了1只鹿，所以你将一无所获。这样，运用前面讲过的相对优势策略画线法，我们知道，这个猎人博弈有两个纳什均衡：一个是两人一起去猎鹿，得(10，10)；另一个是两人各自去打兔子，得(4，4)。

两个纳什均衡，就是两个可能的结局。那么，究竟哪一个会发生呢？是一起去猎鹿还是各自去打兔子呢？这就和情侣博弈一样，不能完全由纳什均衡本身来确定。

比较(10，10)和(4，4)两个纳什均衡，明显的事实是，两家一起去猎鹿的赢利比各自去打兔子的赢利要大得多。按照长期合作研究的两位博弈论大师美国的哈萨尼教授和德国的泽尔滕教授的说法，甲乙一起去猎鹿得(10，10)的纳什均衡，比两人各自去打兔子得(4，4)的纳什均衡，具有**帕累托优势**。猎人博弈的结局，最大可能是具有帕累托优势的那个纳什均衡：甲乙一起去猎鹿得(10，10)。

经济学思想史上，人们对于一个经济如何才算是有效率的，一直有很不相同的看法。例如太平天国信奉“不患寡，患不均”，就很有代表性，但是大家都知道，只讲求平均，很难作为效率的标准。可以说，效率是经济学中最富争议的一个概念。

帕累托（Vilfredo Pareto，1848—1923）是法国巴黎出生的意大利经济学家。自从现代经济学主要关注社会资源的配置以来，经济学家求同存异，逐渐撇开一般效率评价的许多分歧，倾向于接受以帕累托命名的所谓**帕累托效率**准则：经济的效率体现于配置社会资源以改善人们的境况，主要看资源是否已经被充分利用。如果资源已经被充分利用，要想再改善我就必须损害你或别的什么人，要想再改善你就必须损害另外某个他，一句话，要想再改善任何人都必须损害别的人了，这时候就说一个经济已经实现了帕累托效率。相反，如果还可以在不损害别人的情况下改善任何人，就认为经济资源尚未充分利用，就不能说经济已经达到帕累托效率。

比起（4，4）来，（10，10）不仅是总额的改善，而且每个人都得到很大改善。这就是（10，10）对于（4，4）具有帕累托优势的意思。关键是每个人都得到改善。



为什么说改革到了重要的关口

鉴于帕累托效率这个概念在经济学中的重要性，这一节专门结合我国经济体制改革的实际进程和将遇到的困难，来阐发这个概念。

上一节我们知道（10，10）对于（4，4）具有帕累托优势。这样，如果动态地比较原来的境况（4，4），现在是（10，10），我们说境况得到了帕累托改善。作为定义，**帕累托改善**是各方的境况都不受损害的改善。

（70，3）对于（4，4）却没有帕累托优势，这是因为3比4小，乙受到损害。这样，如果原来的境况是（4，4），现在是（70，3），我们就不能说境况得到了帕累托改善。虽然70比4大很多，改善了很多，70＋3也比4＋4大很多，改善了很多，但是3比4小，乙没有改善反而恶化。所以站在乙的立场，（70，3）没有原来的（4，4）那么好（记住：我们一向约定第一个数代表甲的满意程度或者得益，第二个数代表乙的满意程度或者得益）。可见，帕累托改善是一种各方都认同的改善，不是要求任

何一方做出牺牲的改善。中国有句老话，叫做“一人向隅，满桌不欢”，这个标准倒是抓住了帕累托效率的要义。

计划经济向市场经济转型，是20世纪末叶世界格局的重要现象。在这个转型演变的过程中，中国的改革开放是最成功的案例。关于中国的成功，各方面的分析都很有价值。有说前苏联、东欧是急于一步到位的“振荡疗法”或“休克疗法”，社会损失太大，而中国走的是“渐进式”的改革，是“摸着石头过河”，社会损失较小。深刻一点的分析，则说中国的改革是从体制外的改革开始，向体制内的改革发展，等等。

人们比较一致的看法是，一直到前几年为止，中国的改革进程大致上是一种帕累托改善的过程。虽然有些人因为占据着双轨制的便宜位置等因素“发”得不明不白，一小部分人发了大财，社会不平等程度在增加，但是广大人民的收入也多多少少总在增加，生活基本上都在改善。

大家知道，由于一元化意识形态和计划经济的要求，我国的国有经济一直承担着“企业办社会”的重任。企业办社会，就一定会损失效率。改革开放以来，特别是头十多年，兼办社会的国有经济，忍辱负重，担负着为改革开放提供安全网的作用。国有经济不仅承担了国家财政收入的绝大部分，而且是亿万职工生计的保证。当私有企业、外资企业等“体制外”经济轻装上阵蓬勃发展的时候，国有经济承担了国家和政府的许多社会责任。

现在，改革已经向纵深发展，突出的问题是国有经济如何适应市场竞争。当年，因为国有经济是企业办社会，分担了国家和政府的重任，“摸着石头过河”的改革开放才得以进行下去。现在，企业办社会已经使得国有经济无法在市场竞争中生存下去。

改革要继续向前发展，就一定要解决国有经济包袱太重的问题，一定要提高国有经济本身的效率。臃肿的企业要卸装，于是部分职工的失业或下岗，就是不可避免的现象。改革进行到这一步，下面的发展就不是帕累托改善了。当别人在改善的时候，失业了的职工或者下岗了的职工，处境却的的确确在恶化。如果说以前人们对于贫富差距日益扩大的抱怨大部分可以因为自己生活也得到一定程度的改善而缓解，那么现在问题的严重性则是以失业和下岗为代表的整个社会阶层的境况在恶化。这是我国经济体制改革的一个关口。

以上所谈的，还基本上是城市的情况。农村的情况往往更加严重。

在我国社会保障制度还非常幼弱的时候，如何审时度势深化改革、多种渠道化解社会困难，把非帕累托进程的负面效应控制在最小的范围，是今后几年关系改革开放成败的关键。我们切莫掉以轻心。



串通作弊和风险优势

博弈论讲到现在，读者可能已经有这样的体会：重要的是把一个博弈的矩阵表示写下来，至于叫做什么博弈并不要紧，有关的策略叫做什么策略也不要紧。好的故事可以有助于理解，好的名字可以有助于记忆，名字和故事都可能带有启发性。但是名字和故事并不影响博弈本身的分析，特别是不影响博弈的纳什均衡，不影响博弈的结果。

有一个博弈的矩阵如下图所示。既然策略叫做什么名字并不要紧，我们就把左方局中人甲的策略叫做上策略和下策略，把上方局中人乙的策略叫做左策略和右策略。运用相对优势策略画线法，我们马上知道它有两个纳什均衡，一个是左上角的格子，甲上乙左得（9，9），另一个是右下角的格子，甲下乙右得（7，7）（见下页图）。那么，在两个纳什均衡之中，究竟哪一个发生的可能性比较大呢？

我们不妨先只站在甲的位置分析一下前景。甲对于乙将采用哪一个策略，当然是不知道的，否则就不叫博弈论了。甲可以设

甲 \ 乙	左	右
上	9 / 9	8 / 0
下	0 / 8	7 / 7

任意的博弈矩阵

想，乙采用左策略和右策略的机会是一半对一半。这样，如果甲采用上策略，他得 9 和得 0 的机会也是一半对一半，他的期望赢利将是 (9－0)÷2＝4.5；如果甲采用下策略，他得 8 的机会和得 7 的机会将是一半对一半，他的期望赢利将是 (8＋7)÷2＝7.5。所以，从期望赢利来看，甲采用下策略是比较稳妥的：至少可以得 7，运气好可以得 8。如果采用上策略，运气好固然可以得 9，但是运气不好可就将得 0。为了稳妥起见，还是不要冒得 0 的风险为好。

在前景不确定的情况下，期望的结果如何，即各种可能结果的平均值如何，是非常重要的判别标准。设身处地想想，如果你是局中人甲，你将采用哪个策略呢？我想你一定会选择下策略。这个博弈是对称的，乙的处境和甲完全一样。所以，乙多半也要选用稳妥的右策略，至少可以得 7，运气好可以得 8，他不会冒可能得 0 的风险去险博那个 9。甲多半选下策略，乙多半选右策略，所以博弈的实际结局，多半是右下角那个格子的 (7，7)。

在这种情况下，博弈论说右下角“甲下乙右”得 (7，7) 的纳什均衡具有**风险优势**。注意，风险优势不是表示风险大，反而是说风险比较小，优势在于风险小。

给这个博弈起一个名字并不难。我先给一年级大学生讲这个博弈，小林就想到考试作弊。后来给硕士研究生讲这个博弈，小徐也用考试作弊来编故事。这也难怪，因为他们都是学生（见下图）。

		乙：作弊	乙：不作弊
甲	上(作弊)	9　9	0　8
	下(不作弊)	8　0	7　7

串通作弊博弈

小徐编的故事如下：在一次涉及名额挑选的十分制考试中，考官规定，一旦发现谁作弊就将给予0分，揭发他人作弊，得奖励1分。甲乙两人功课都比较好，这样，如果都不作弊，估计都可以得7分；如果串通作弊没被发现，因为“取长补短”，每人可得9分；如果一人作弊另一人告发，作弊者得0分，告发者得7+1=8分。看来似模似样，不无道理。

必须说明，前面说甲可以设想乙采用左策略和右策略的机会是一半对一半。这自然只是非常初步非常粗略的试探性设想，因为乙采用左策略还是右策略的机会未必是一半对一半。我们将在附录中认真探讨参与人采取何种（纯）策略的概率。



营造克己奉公的制度环境

"高薪养廉"，是公务员制度方面的一种理论。上一节我们讲的"考试串通作弊"博弈，可以帮助说明为什么高薪可以养廉。假设甲乙是主任和书记这样工作关系密切的国家公务员，7代表现在政府给他们的高薪。如果两人受贿，因为串谋而一时不被人发现，他们可以到达9的位置，而一旦"东窗事发"，他们就要被撤职查办。所以，他们没有道理冒丢掉金饭碗7的风险去受贿图那个9，或者说没有受贿的经济激励（见下图）。

		乙 受贿	乙 不受贿
甲	受贿	9, 9	0, 8
	不受贿	8, 0	7, 7

高薪格局的串谋博弈

作为对照，如果我们把博弈数据改变一下，变成薪水只有 2（见下图）。这时候，任何一方如果仍然接受对方受贿和不受贿的概率是一半对一半这种非常初步、非常粗略的试探性假设，他自己受贿的期望收入将是（9+0）÷2=4.5，不受贿的期望收入将是（3+2）÷2=2.5，受贿的经济激励就比较大。

		乙：受贿	乙：不受贿
甲	受贿	甲 9，乙 9	甲 0，乙 3
	不受贿	甲 3，乙 0	甲 2，乙 2

低薪格局的串谋博弈

如果拿行政系统同样十分强势的新加坡和我们比较，公务员薪俸之比要比 7∶2 大得多，所以上述两个模型的对比并不夸张。至于实际社会情况大家也清楚，新加坡公务员受贿的情况比我们这里要少很多。

对于“高薪养廉”理论，争议很大。主要的批评是它忽略了干部的觉悟水平和共产党思想教育的成效。在我们看来，一方面高薪是养廉的重要条件，另一方面奖惩分明更是干部廉洁的制度保证，在由于过去没搞好我们现在没有条件高薪养廉的情况下，制度保证就尤其重要。在讨论伪劣商品为什么泛滥的时候我们说过，惩罚太轻是问题的关键。假定十次可以逮到一次，你罚他二四倍是无济于事的，罚他几十倍几百倍可能就比较有效果。这样，才能够遏制生产销售伪劣商品的动机。现在许多人是一犯再犯，七进宫八进宫，不就是因为油水大得很？

公务员也是这样，最理想的情况，当然是高薪养廉和严惩腐败相结合。在没有条件高薪养廉的时候，惩治腐败就特别重要。例如，比较严重的腐败行为一旦发现并且证实，就把当事人开除出干部队伍永不录用，而且要追究刑事责任。这样，把受贿被抓住的赢利从0下降到－20，整个博弈格局就会发生根本的变化。如果仍然按照上述一半对一半的非常初步非常粗略的试探性假设，这时候腐败的期望好处是(9－20)÷2＝－5.5，廉洁的期望好处是(3＋2)÷2＝2.5，恐怕敢于作科犯纪的干部就会大大减少(见下图)。

甲 \ 乙	受贿	不受贿
受贿	**9**, **9**	-20, 3
不受贿	3, -20	**2**, **2**

制度促廉

现代经济学已经扩张到行为研究。利益毕竟常常是行为的背景。思想教育固然重要，但是就社会整体而言，制度设计才是根本的保证。如果制度能够抑恶扬善，思想教育的效果也会比较好。如果制度不能抑恶扬善，反而诱发贪小便宜，思想教育也必然会事倍功半。

可能有人会说，制度当然抑恶扬善，怎么会诱发贪小便宜呢？其实不然。干部队伍这个大问题暂时不说，前两年舆论鼓吹“自由享用，良心付款”的“信任消费”，鼓吹便民应急伞要免费免押才能体现精神文明，鼓吹没有监督的君子行为等，其实往往是激励贪小便宜的制度设计。



斗鸡博弈和航行规则

斗鸡博弈（或者叫小鸡博弈）的名称来自美国儿童之间的一种说法：如果说谁是chicken（小鸡）或dove（鸽子），就等于说谁是胆小鬼。斗鸡博弈原来的英文名称就是The Game of "Chicken"。看来，在许多男童的心目中，（小）鸡代表胆小是世界各国的共通之处。中国的孩子从小玩"老鹰捉小鸡"，就是一个证明。正巧，美国孩子也把老鹰（hawk）选作勇敢的象征。

设想吉米和东尼这两个小孩被伙伴们鼓动得要做一场勇气的博弈，两人分别从一条独木桥的两端冲向对方，谁先胆怯退下让路，谁就是小鸡。做父母的都清楚，孩子被别的孩子鼓动得这样做，并非没有可能。这是为人父母者无穷无尽的担心的重要来源之一。那么，吉米和东尼这场斗鸡博弈的对阵形势怎样呢？（见下页图）

如果吉米退却东尼勇进，吉米会感到在小伙伴们的心目中威信扫地，得益为2，而东尼以胜利者自居，得益为4；如果吉米

		东尼：退却	东尼：勇进
吉米	退却	3, 3	2, 4
	勇进	4, 2	0, 0

斗鸡博弈

勇进而东尼退却，他们的得益正好相反；如果吉米和东尼都退却不前，哪怕两人内心其实都胆怯，但是在旁边的小伙伴看来两人却都还“虎视眈眈”，所以他们自己可以不感觉太丢脸，各得3；如果两人都拼死勇进，那么不是碰得头破血流就是两人同时下水，各得0，这就是上图的博弈矩阵。

有些读者可能会问：丢脸了为什么还得2，头破血流了为什么得0而不是负数？原来，这是因为许多经济学家不喜欢负数。不过对于斗鸡博弈来说，不喜欢负数也无关紧要。事实上，如果你那么较真，觉得负数才比较合理，那么不妨把上图博弈矩阵中的数目字全部都减2，得到下面的新的表示（见下图）。

		东尼：退却	东尼：勇进
吉米	退却	1, 1	0, 2
	勇进	2, 0	−2, −2

斗鸡博弈

虽然具体数目字不相同，但是因为每个位置的数目字不多不少都是相差 2，所以两个矩阵表示在分析博弈结果时的作用完全一样。由于这个原因，我们说上述两个博弈矩阵完全等价。为了确定起见，我们就拿上面的矩阵进行分析。利用相对优势策略画线法马上可以知道，斗鸡博弈有两个纳什均衡，一是吉米勇进东尼退让，吉米得 4 东尼得 2，二是吉米退让东尼勇进，吉米得 2 东尼得 4，都是一胜一负。

两个纳什均衡，就是两种可能的结果。实际博弈结果究竟是哪一个呢？还是那句话：要由别的因素来决定。在情侣博弈中，我们设想过如果正好是丽娟的生日则大海就高姿态一些等。前几次，我们还讲过可以按帕累托优势或者按风险优势确定实际结果，还展望过让制度设计来引导比较好的结局。现在借斗鸡博弈，讲讲大海航行的避让规则。这也是一种制度设置。

斗鸡博弈的另一个版本，是像下面那样把 3 改为 1。但是读者马上可以看出，策略选择并没有变化，特别是纳什均衡没有变化（见下图）。

		东尼 退却	东尼 勇进
吉米	退却	1，1	2，4
吉米	勇进	4，2	0，0

斗鸡博弈

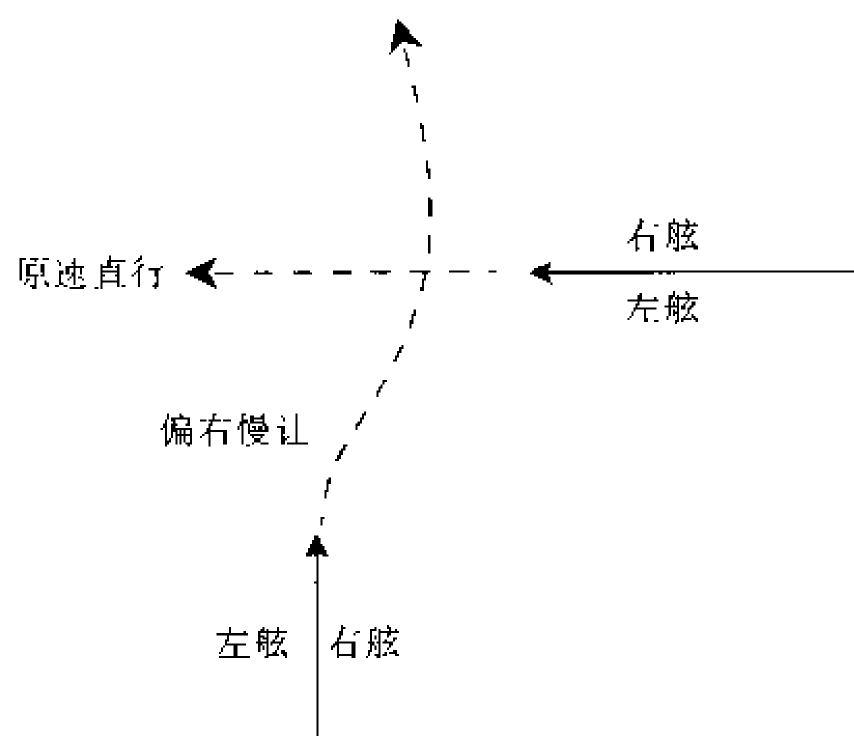
利用这个斗鸡博弈，可以描述海上航行中船舶交会的形势。两艘相向而行的船舶，双方互不相让就会撞船，都得0；两艘向十字交会点行驶的船舶，双方互不相让也会撞船，也得0。当然，双方都让着不走，也不好，各得1。一方让一点让另一方先通过，先通过的得4，让人的也得2，这比一起抢行造成事故或一起退让双方浪费时间都来得好，这就是该博弈的两个纳什均衡（见下图）。

		乙 让后	乙 争先
甲	让后	1, 1	2, 4
	争先	4, 2	0, 0

船舶交会博弈

问题是谁先谁让，不能等待临时谈判。海上避碰，至少要像许多国家规定车辆在标志不明显的马路上靠右走那样，定下不容谈判的规矩。人们规定，迎面交会的船舶，各向右偏一点儿，问题就解决了。十字交叉交会的船舶，则规定看见对方左舷的那艘船要让，慢下来或者偏右一点儿都可以。这就从制度上规定了避让的方式（见下页图）。

这十字交叉交会时如何避免碰撞的规矩，就是上述博弈的两个纳什均衡中的一个。究竟哪一个纳什均衡真正发生，现在就看两船航行的相互位置。如果甲看见乙的左舷，甲要让乙原速直走，就是右上角那个纳什均衡；如果乙看见甲的左舷，乙要让甲原速直走，就是左下角那个纳什均衡。



船舶海上交会避让规则示意图



"最惠客待遇"对谁有利？

前些年，我们常常听到"最惠国待遇"的说法，因为美国国会和政府从美国国内的政治需要出发，老是威胁不给中国最惠国待遇。有几年时间，这样的闹剧一再重演，热闹得很。如果顾名思义不作思考，很容易被"最惠国待遇"这个来自美国的名称误导，以为美国给不给中国最惠国待遇，是美国给不给中国好处的问题。其实，当今世界绝大部分国际贸易，都在相互给予最惠国待遇的条件下进行。美国和我们之间互相给予最惠国待遇，对美国自己也有很大好处。给最惠国待遇，并不是施舍。相反，不给我们最惠国待遇，则是明显的歧视。动不动就以"不给最惠国待遇"来威胁，只是暴露了自己霸权主义的嘴脸。

有趣的是，美国国内的商业竞争，也有"最惠客条款"(The "Most Favored-Customer" Clause，即最惠客待遇）的手法，花样繁多。经济学家用博弈论分析其中一些最惠客待遇的做法，说明它们并未给顾客带来优惠。

了解最惠客待遇的具体做法，先要介绍美国市场营销的一些知识。在美国，像时装这样兼顾时髦价值的一些商品上市，开始的时候价格通常很高。等到热度过去，价钱就降下来。再过一段时间，甚至可能打三折、两折贱卖。生活在这样的市场环境里，不那么讲究时髦的顾客，特别是手头不那么阔绰的顾客，往往会等待第一轮热潮过去商品降价了才肯购买。所谓最惠客待遇，有时候其实是一种不降价的承诺：顾客现在买了商品，如果后来发现商店把这种商品的价格降了下来，商店保证退还降价的差额，务必不让最早购买商品的顾客吃亏。

事情讲到这里，本来已经很清楚这种最惠客待遇并不会给顾客带来优惠。这种最惠客待遇的逻辑，就是不让最早光顾的顾客吃亏，压抑顾客持币观望的倾向，促使想买的人及早购买，以保证货如轮转。不降价是不是对顾客有利，就看你处于什么社会阶层了。要紧的是这种营销手段名字怪好听。

假定有两个商场在市场上竞争一种商品的销售，两家合起来就完全垄断了这种商品的市场供应。如果两家联手卖高价，都可得到比较高的利润，比如说10。如果两家都卖低价，双方的利润都比较低，比方说5。如果一家高价一家低价，高价的要亏损得-1，低价的利润上升到14。运用劣势策略消去法，我们马上知道不实行最惠客待遇时，双方都实行低价销售，是这个非合作博弈惟一的纳什均衡（见下页图）。

如果实行"最惠客待遇"，要是一家降价一家不降价，那么不降价的一家仍然亏损得-1，但是降价的那家因为要补偿

乙

甲	乙：不降	乙：降价
不降	10，10	−1，14
降价	14，−1	5，5

（每格中前一数为甲得益，后一数为乙得益）

不实行“最惠客待遇”

原来的顾客，赢利不是上升到14，而是下降到了9。这时候，分析营销博弈不能用劣势策略消去法，但是可以用相对优势策略画线法，得到两个纳什均衡，一个是双方都卖高价，各得10，另一个是双方都卖低价各得5。单就两个纳什均衡来说，似乎仍然有可能双方都卖低价优惠了顾客，但是如果站在两家商场的立场，双方都卖高价的纳什均衡具有明显的帕累托优势，所以理性的商场当然要采取高价策略。特别需要注意的是，动态地说，采取高价策略以后，商场不再有降价的激励。这样，商场可以获得比较高的利润，顾客实际上就享受不了什么“优惠”（见下页图）。

在我们的市场上，顾客也常常听到相当于最惠客待遇的宣传。“铁价不二”的说法就是较好的例子，不过我们的铁价不二往往有时间性。另一种是广东一带“熟客仔”的说法，说你是熟客仔、老顾客，表示特别关照你。实际情况，却是只有个别顾客没有“享受”熟客仔的待遇，多数人只是没有被斩而已。

自然，没有被斩也算好事。

		乙	
		不降	降价
甲	不降	**10**, **10**	−1, 9
	降价	9, −1	**5**, **5**

实行“最惠客待遇”



风险优势的判定

回到前面讲过的串通作弊博弈来，具体的数据略有改动，支付矩阵如下页图所示。右下角得（4，4）的纳什均衡具有风险优势，即风险比较小。当时，我们通过设想对方采取两种策略的几率是一半对一半，比较在这种设想的条件下双方期望赢利的大小，确定右下角的均衡比左上角的均衡具有风险优势。具体的做法，是试探性、参考性地假设对方采用两个策略的机会都是一半对一半，这样来计算自己的期望赢利。对方不默契要从（4，4）这个均衡偏离出去的话，我将得到5，而对方要从（6，6）这个均衡偏离出去的话，我的赢利将变为0。假设对方采用两个策略的机会是一半对一半，就是假设对方固守均衡的概率和从均衡偏离出去的概率是一半对一半。这样，站在右下角，期望赢利是（4+5）÷2=4.5；站在左上角，期望赢利是（6+0）÷2=3，（4+5）÷2=4.5>（6+0）÷2=3，所以（4，4）这个纳什均衡比（6，6）这个均衡具有风险优势。从期望赢利来看，甲采用“下”策略是比较稳妥的：至少可以得4，运气好可以得5。如果

采用“上”策略，运气好固然可以得 6，但是运气不好可就将得 0。为了稳妥起见，还是不要冒得 0 的风险好。同样，乙也倾向于选用比较稳妥的“右”策略，所以博弈的实际结局，多半是右下角的（4，4）。

		乙 左	乙 右
甲	上	**6**, **6**	0, 5
甲	下	5, 0	**4**, **4**

串通作弊博弈

这样来初步说明风险优势的意思是很好的，但是也有不够严密的地方，就是假设双方采用两个策略的机会都是一半对一半，缺乏足够的根据。为什么认为甲采用上策略可能得到 6 的概率和采用下策略可能得到 4 的概率一样呢？如果有人假设甲采用上策略可能得到 6 的概率是 60%、采用下策略可能得到 4 的概率是 40%，你能说他没有道理吗？不能。实际上，可以得 6 的概率为 60%和可以得 4 的概率为 40%，恐怕比原来假设一半对一半更加自然。

可见假设概率情况来计算期望赢利，然后通过比较期望赢利的大小来确定哪个均衡具有风险优势，容易引起混淆。现在经济学家采用的方法，不是这样的期望赢利比较法，而是偏离损失乘积比较法，简称偏离损失比较法。

以上述“串通作弊博弈”为例，它有 A=（上，左）和 B=（下，右）两个纳什均衡。如果甲从 A 偏离出去，赢利从 6 变成

5他要损失1，我们写“甲的离A损失为1”；如果甲从B偏离出去，赢利从4变成0他要损失4，我们写“甲的离B损失为4”。同样，如果乙从A偏离出去，赢利从6变成5他要损失1，我们写“乙的离A损失为1”；如果乙从B偏离出去，赢利从4变成0他要损失4，我们写“乙的离B损失为4”。现在，注意（1×1=1）<（4×4=16），也就是说：

$$\text{甲的离A损失}\times\text{乙的离A损失}<\text{甲的离B损失}\times\text{乙的离B损失}$$

这时候我们论定，均衡B比均衡A具有风险优势。

A、B两者都是纳什均衡。现在，两人单独偏离B的损失的乘积（16），大于两人单独偏离A的损失的乘积（1），偏离B的损失更大，因此他们更不愿意偏离B，所以均衡B比均衡A具有风险优势。

在以前讲过的所有博弈之中，读者可以找那些有不只一个纳什均衡的博弈来做练习，看看究竟哪一个均衡具有风险优势。

上面介绍的风险的偏离损失乘积比较法，是最新的一种探讨。必须说明，从最新的探讨能否演进到形成共识被普遍接受，还需要许多研究，还要等待相当时间。



43 说说风险优势的从属地位

请看下图的博弈，如果你是局中人甲，你会选择哪个策略？

		乙 左	乙 右
甲	上	甲 **6**，乙 **6** (A)	甲 -1 000，乙 5
甲	下	甲 5，乙 -1 000	甲 **4**，乙 **4** (B)

博弈策略

很明显，这个博弈有两个纳什均衡：一个是甲上乙左，得（6，6），另一个是甲下乙右，得（4，4）。左上角的均衡具有帕累托优势。

现在用上一次讲的偏离损失比较法来看哪一个均衡具有风险优势。我们把左上角均衡叫做 A，右下方均衡叫做 B，那么甲的

离 A 损失为 1，乙的离 A 损失也是 1；甲的离 B 损失为1 004，乙的离 B 损失也是1 004。这样，因为：

$$\left(\begin{matrix}\text{甲的离}\\\text{A 损失}\end{matrix}\times\begin{matrix}\text{乙的离}\\\text{A 损失}\end{matrix}=1\right)<\left(\begin{matrix}\text{甲的离}\\\text{B 损失}\end{matrix}\times\begin{matrix}\text{乙的离}\\\text{B 损失}\end{matrix}=1\ 008\ 016\right)$$

于是我们可以判断均衡 B 具有风险优势。

按照帕累托标准即赢利标准，均衡 A 占优势，但是按照风险标准，均衡 B 占优势。这就犯难了，究竟你倾向哪个均衡。我猜想作为局中人甲，你多半选择下策略。为什么？因为选上策略固然可能得到比 4 大的 6，但是如果对方不默契或者不理性选择了右策略，你可要承受1 000的损失。既然选择上策略的风险那么大，你自然会选下策略，选择下策略，"旱涝保收"至少得 4。这是完全没有风险的赢利。

我这样判断，是基于两个前提：第一，人是会犯错误的；第二，你不喜欢冒太大的风险。在这个例子中我说人是会犯错误的，特别是说你的对方可能犯错误。如果他是完全理性的，包括精于计算，如果他不会犯错误，他当然会选择左策略，这样你也不必为损失 1 000 的风险担心。只是因为他可能糊涂，可能失于计算，可能犯错误，所以你才要设法回避可能带来的风险。

至于我说你不喜欢冒太大的风险，可能你不同意。实际上，如果我对你不是很了解就说你不喜欢冒风险，的确武断了一些。不过我也有根据，就是心理学和经济学都说明，绝大多数人不喜欢冒风险，绝大多数人是风险厌恶者。为什么绝大多数人厌恶风险，我们以后再说，现在先承认这是事实。既然这样，虽然我对你还不了解，但是我说你不喜欢风险，说错的几率也比较小，我冒得起这个比较小的风险。

瑞典位于北欧的斯堪的纳维亚半岛，诺贝尔科学奖是瑞典皇家科学院送给国际科学界的礼物。每年的诺贝尔经济学奖颁发以后，在次年的《斯堪的纳维亚经济学杂志》上，照例有权威学者介绍获奖者贡献的文章。该杂志1995年第一期，就刊登了荷兰范丹墨教授和瑞典维布尔教授合写的文章，介绍纳什、哈萨尼和泽尔滕三位教授的贡献。这篇文章写得很好。其中，关于帕累托优势和风险优势的关系是这样说的："在帕累托标准和风险标准之间，理论给帕累托优势以优先权，而风险优势只有在局中人面临不知道选哪个均衡好的不确定性的时候才变得重要。当一个均衡具有帕累托优势的时候，局中人一定选择这个均衡，不确定性就不存在了。"

这就是说，只要均衡A比均衡B具有一点点帕累托优势，那么哪怕均衡B比均衡A具有很大的风险优势，也认为将发生的是A而不是B。这和常识背离，是因为经济学研究的是理性行为，彻底理性的"人"，不会糊涂，不知风险，不是生活在我们周围的人。

经济学家在理性假设之下得出来的结论，未必适合读者面对的理性不那么彻底的情形。"是经济学家错了，还是我们自己错了"，这本来是非常值得思考和回味的问题。

我思考的结果之一，是经济学家和读者都不应该受到责备。



风险厌恶的统计和理论

如果你是一个穷学生或者下岗职工，好不容易找到一份在周末卖力气的工作。老板别出心裁地安排了两种工资支付方式：第一种是每天下班时领取人民币 100 元；第二种是每天下班后扔一个硬币，如果国徽向上你可以领取 200 元，如果国徽向下你这天就没有工资。两种支付方式由你选择，你愿意要哪一种？

大家知道，扔硬币的结果，国徽向上和国徽向下的概率是一半对一半 $[(0\times 1/2)+(200\times 1/2)=100]$。所以，从你实际领取到的工资数额来说，两种方式得到的工资的期望值应该是一样的。如果你对此有疑虑，可以换一个角度，站在老板的立场上想一想：老板要是请了 500 个像你一样的散工，都允许他们选择第二种方式支付工资，老板不能期望得到什么便宜。老板不能得到便宜，也就是你们并不吃亏。

所以说，着眼于“大数”，即着眼于多次实践，从两种方式双方都一样不吃亏来说，依任何一种方式领取工资和支付工资，无论对于工人还是对于老板，所得和所付都是一样。

但是面对得失理应一样的两种制度，我猜你多半选择第一种工资支付方式。因为你和绝大多数人一样，是经济学所说的风险厌恶者，是不喜欢无端去冒什么风险的人。

如果我猜得对，这将又是实验和统计支持"绝大多数人是风险厌恶者"的论断的一个事实。

从理论上说，风险厌恶是经济学中所说的边际效用递减规律的自然要求。同样一件东西，当你很需要它的时候，消费它给你带来的满意程度很大；当你不那么需要它的时候，消费它给你带来的满意程度比较小。经济学把满意程度称为"效用水平"，或者简称"效用"。当你很渴的时候，第一杯水给你带来的效用最大，第二杯就差一点儿，第三杯、第四杯将继续递减下去，第五杯、第六杯给你带来的效用可能就是负的了，因为你已经撑得难受，越来越难受。这就是所谓"边际效用递减规律"，因为经济学把刚消费的最后那杯水给你带来的效用叫做边际效用。

不仅一般消费品是这样，金钱对于人们也是这样。100 元钱，在你很穷的时候带给你边际效用很高，就像很渴的人得到的第一杯水，那是救命钱。同样的 100 元钱，当你已经很有钱的时候，带给你的边际效用并不很高，有点像已经差不多喝饱水的时候再得到一杯水一样。钱带来的边际效用和水有一个不同的地方，那就是钱带来的边际效用虽然下降，却并不降低到 0，更不降低到负。

设想第 1 个 100 元带给你的边际效用是 100，第 2 个 100 元带来的边际效用是 94，第 3 个 100 元带来的边际效用是 90，……第 30 个 100 元带来效用 41，第 31 个 100 元带来 40，第 32 个 100 元带来 39，等。这时候你看，作为一个穷人，今天保证你得到 100 元工资，给你带来的效用将是 100。如果换了第二种

支付方式，得不到工资和得到加倍工资即 200 元的机会是一半对一半，那么虽然你今天的工资的期望值仍然是 (0×1/2) + (200×1/2) = 100 元。但是因为第一个 100 元带给你的边际效用是 100，第二个 100 元带来的边际效用降为 94，得 200 元所获得的总效用是 100+94=194，你的效用的期望值将是(0×1/2)+(194×1/2)=97，比第一种方式保证的 100 小。这就是你选择第一种方式的原因。

边际效用递减规律还可以说明有钱人比较经得起风险。接着上面的例子，如果你是大老板，每天已经有 3 000 元的收入，现在又可以增加 100 元，这将是第 31 个 100 元。现在，究竟保证每天增加 100 元带来 40 的边际效用好，还是扔硬币看运气，运气好得 200 元带来 40+39=79 的边际效用、运气不好就拉倒，你就比较无所谓了，因为第二种方式带来的边际效用的期望值，是 (0×1/2)+(79×1/2)=39.5，这和第一种方式带来的 40 相差很少。



赌博和股市投机

赌博对社会是有危害的。股市投机成分太重，也危害股票市场的运行。我们可以运用上节讲的边际效用递减规律说明这些问题。

最好的经济学入门读本，首先是萨缪尔森的《经济学》，半个多世纪以来已经发行到第17版。还有1993年头版的斯蒂格利茨《经济学》，很快也发行了第2版。萨缪尔森教授和斯蒂格利茨教授，都是美国的大经济学家。他们都曾阐述过赌博和股市投机。

萨缪尔森《经济学》在讲了"投机"以后，有一节的标题就是"赌博和边际效用的递减"。萨缪尔森说：

> 为什么赌博被认为是很坏的事情呢？最重要的原因可能是在道德、伦理和宗教方面，但是从经济学上看，反对赌博的理由也相当大。
>
> 首先，即使庄家不取抽头，不搞别的花样，赌博也只是

毫无益处地把金钱从这个人手里转移到另一个人手里。赌博并不创造新的金钱或财富，却要消耗时间和资源。所以，除了为消磨时间小赌赌作为娱乐以外，赌博危害社会，减少国民收入。

赌博的第二个坏处是，它趋于扩大收入的不平等和不稳定。不平等和不稳定为什么那么不好呢？这是因为民众都知道，增加100元收入所带来的效用要小于失去100元所损失的效用。所以，即使是在输赢机会相等的"最公平的"赌博中，输家效用的损失比较大，赢家效用的增加比较小。可见，从整体上说，即使是"最公平的"赌博，对社会也没有好处。

想想看吧，两个月收入都是1 000元的人赌博，赌到一方输光为止。一个人变成穷光蛋，另一个人收入加倍。这给社会带来的，将是什么前景！"增加100元收入所带来的效用，小于失去100元所损失的效用"，这不正是边际效用递减规律吗？

1992年12月14日，斯蒂格利茨教授在广州中山大学做了"公共政策与东亚奇迹"的演讲。斯蒂格利兹教授在演讲中特别谈到股票市场，他告诫我们，股票市场当然重要，人们可以通过股票市场交易其股份和风险。但是在发达国家，股票市场并不是筹措资金用来投资的重要的场所。企业发行新股，应该是效益的负信号：效益最好的企业，自有资金充足；次一等的企业，可以发行债券，按固定的利率付息。好的和比较好的企业，何必发行新股让别人分享较高的利润呢？在发达国家，就整个股票市场的总体而言，在过去的20年里，新股的发行远远赶不上企业购回现股的规模，从而资本在股票市场是净流出。具体来说，在美

国，新股减去回购对投资的比率是 9%。在其他发达国家，是 5%～-3%，筹资最多的日本也只有+2%。人们普遍认为，股票市场是一个重要的金融架构，但不是企业融资的主要来源。他不明白为什么在中国，人们对股票市场的期望那么高。因为在美国，人们常说股票市场只是有钱人游戏赌博的地方。

股市投机，赌博的成分很大。在发达国家，做股市投机的多是有闲的有钱人。看过美国拉斯维加斯、大西洋市、雷诺市赌场的人都知道，美国的许多老人就这么在赌场摇老虎机打发日子。他们是可怜的有闲阶级，只能摇老虎机。有钱的有闲阶级，则把股票市场当做他们的老虎机，更愿意盯着股票市场过日子。在美国，如果说股票市场是游戏赌博的地方，那么它只是有闲的有钱人游戏赌博的地方。有钱人、有闲阶级，那么玩玩。至于广大工薪阶层、企业高层精英、大学专家教授，哪里有那么多时间紧跟股市行情的分秒变化呢？他们中的许多人也投资股票市场，都是我们这里所说的股民，但他们做的主要是长线投资和基金投资。



中国股市：投机多赚的阶段终将过去

斯蒂格利茨教授说，在美国，人们常说股票市场只是有钱人游戏赌博的地方。他不明白为什么在中国，人们对股票市场的期望那么高。现在我们来探讨这个问题。

通过购买企业的股票，人们投资于企业；企业拿这些投资去发展业务，当取得利润的时候，要按照股份分红给投资者。这就是股市投资的基本原理。投机和长线投资不同，指的是频繁转手追求短期差价的股市行为。企业的股价变动，根本上应该是企业业绩的反映。在短期内，企业是不可能创造很多利润的。频繁转手追求短期差价，就像赌博一样，没有多少赚钱的机会，何况要负担因为频繁转手变得沉重的交易费用和交易税。所以在发达国家的成熟的股票市场，“长线投资多赚，投机短博多亏”是普遍的规律。

我国股市还处于初级阶段前期的初创阶段。比起发达国家，我国股市的特点是投机成分很大。投资与投机，虽然没有截然的界限，但是概念区分还是清楚的，行为也有很大的差异。发达国

家的股票市场发育早，容量大，股市投资的观念深入民心。那些国家股民在居民中的比例比我们高很多，但是却会看不到深圳、上海、广州街头那种人头涌动、盯住证券交易所股市行情屏幕的情况。因为他们做的主要是长线投资，而且绝大多数做的是共同基金投资，即把资金交给共同基金的专业人员去投资，去管理，让他们分享一些利润，所以自己不必计较股票价格一时一刻的涨落。

的确，在20世纪90年代初期和在1996年，我国许多股民曾经利用投机短博发了财，但那是因为我国股市还处于远未成熟的初创阶段，几次股市泡沫让他们沾了很大的光。

经济活动中的“泡沫现象”，值得注意。20年前长春的“疯狂的君子兰”，在当时职工月薪普遍不足100元的时候，却可以炒到一株花标价十几万元人民币。为卖而买的个别商品有一种奇怪的现象，就是如果大家都看好那种东西，一窝蜂你炒我炒，价钱可以炒到很高的位置，这就是泡沫。前些年日本经济泡沫现象严重，经济增长不大，房地产却在疯炒，一时间，炒得仅东京地区的地产价值，简直可以把整个美国买下。泡沫得太离谱了，一下子垮了下来，经济损失当然很大，这且不说，那些最后被套住的人就要亏大本。

过去的确有不少人投机股市，在泡沫吹大的过程中博了彩，但是随着我国社会主义市场经济的发展和股票市场的逐渐成熟，“长线多赚，短博多亏”，终将成为规律。

投机行为在股票市场所起的作用，有点类似于化学反应中催化剂的作用。没有一点投机，股市活不起来，股价难以反映和跟踪企业的业绩。但是，如果投机成分太重，就像催化剂压倒反应

物那样，本末倒置，是没有好结果的。1997 年秋天以来的东南亚金融危机也是泡沫破灭的结果。除了别的教训以外，它还使人们懂得，社会心理是金融市场的重要因素。对于为卖而买的股市投机行为，心理因素的影响就更大。比方说 1996 年，其实自入秋以来，大部分人都已感觉股市狂涨不正常，可是有几个人能够见好就收，急流勇退？

既然是股票市场，就不能排斥投机。但是短博多赚的阶段终将过去。过去很少人做长线投资，这也不能全怪股民。例如，中国股市开放以来，迄今企业大多只通过发行新股筹集资金，很少有企业把利润拿出去按股分红。人们看到的，要么只是配股，要么每股只分几分钱。中国股市这种相当长时间没有实质分红的局面，是许多弊病的根源。要改变这种局面，一靠发育，二靠规范，三靠发展专业长线投资的共同基金。希望证监会把准脉，为中国股市的健康发展做出决定性的贡献。



47 数据不同，结果各异

在"公共品供给的囚徒困境"那一节中，我们讲过一个例子：设想农村某地有一个只有两户人家的小居民点，由于道路情况不好，与外界的交通比较困难。如果修一条路出去，每家都能得到3那么多好处，但是修路的成本相当于4。要是没有人协调，两家各自打"是否修路"的小算盘，那么博弈的形势如下面的表格：如果两家联合修路，每家分摊成本2，各得好处3，两家的纯"赢利"都是1；如果一家修另一家坐享其成，修的一家付出4而得到3，"赢利"-1，坐享其成的一家可以白白赢利3。这时，因为没有人协调，站在各自私利的立场，修路对于甲来说是劣势策略，对于乙来说也是劣势策略。于是，运用严格劣势策略消去法，就可以知道这个博弈有惟一的纳什均衡，就是双方都不修路，双方都得0（见下页图）。

但是，如果每家因为修了路将得到的好处不是3而是5或者更多，博弈的情况将发生根本的变化。以好处是5为例，这时候

甲＼乙	修	不修
修	1，1	−1，3
不修	3，−1	0，0

公共品提供博弈之一

如果合伙修路，每人分摊成本 2，得到好处 5，合伙修路每家的纯得益是 3；如果一家单独修路，他承担全部成本 4，纯得益是 5－4＝1，不投资修路的一家占便宜搭便车，纯得益是 5，这样，博弈情况就如下图的新表格。

甲＼乙	修	不修
修	3，3	**1**，**5**
不修	**5**，**1**	0，0

公共品提供博弈之二

现在，双方都没有全局的劣势策略，所以不能使用劣势策略消去法。但是运用相对优势策略画线法，我们容易知道这个博弈有两个纳什均衡：甲修路乙坐享其成，或者乙修路甲坐享其成。对方坐享其成固然令人不愉快，要紧的是修路者觉得花本钱修路

对自己有好处。

比较上下两种情况，我们可以看出，在好处比成本多不了多少的情况下，如果没有人协调，公共品的供应缺乏激励保证。这是因为一家独力承担成本的话，设置公共品对于他来说将得不偿失。但是在好处比成本多很多的情况下，人们就比较愿意独力承担公共品的成本。可见，博弈中 0、3、4、5 这些模拟数据要基本反映实际情况，不可太随意，这是一个非常重要的问题。事实上，如果一座石桥塌了，因为修桥的成本大，没有政府或制度协调的话，人们往往宁愿将就着绕道或趟水过河。但是如果公寓走道的电灯坏了，因为一个灯泡的成本很有限，住家独自买一个新的灯泡换上去的可能就比较大。

前面我们讲过帕累托效率的概念：如果资源已经被充分利用，要想再改善某些人的处境就必须损害其他人了，就说这个经济已经实现了帕累托效率，或者说已经达到了帕累托最优。本节的第一个博弈说明，非合作博弈的结局常常不是帕累托最优的。这种情况的博弈虽然只有两个局中人，但是它的结局其实就是“三个和尚没水喝”的结局。事实上，两人博弈也能说明不少“多人博弈”的前景。三个和尚没水喝的局面是可以作帕累托改善的：设想有人协调一下，安排一个轮流挑水或抬水的制度，三个和尚的处境都会得到改善。修路博弈的第一种情况也是这样，如果有人协调一下分摊修路成本，两家的处境都会从 0 改善到 1，双方就有积极性分摊修路的成本了。

值得注意的是，第二种情形的修路博弈的两种可能的结局都已经是帕累托最优的，就是说已经不能再作帕累托改善，不能再改善一个人而不损害别人。

本来，左上角合伙修路得益各为 3 的结局应该是最公平的，但是正如以前讲过的，帕累托效率不牵涉是否公平的问题。从右上角到左上角，甲是改善了但是乙的处境却变差了；从左下角到左上角，乙是改善了但是甲的处境却变差了。所以，两个纳什均衡都已经没有帕累托改善的余地，从而两个纳什均衡都已经处于帕累托效率的状态，处于帕累托最优。



贵人行为理应高贵

前面我们讲过智猪博弈，知道“等待”是小猪的优势策略，“按按钮”是小猪的劣势策略。智猪博弈的结局是：小猪只是坐享其成地等待，每次都是大猪去按按钮，等到猪食出来，“守槽待食”的小猪先吃，按按钮的大猪再赶来吃。我们还说过，在我国经济体制改革的进程中，也可以看到这种搭便车的情况：一项改革，总是得益最多的一方最乐意力促其成。这是很正常的现象，我们很难因此而责怪谁。

生产某种商品的若干独立企业，为了获取更高的市场利润而组成的联盟，叫做卡特尔。联盟的主要手段是压缩产量从而提高价格。但是因为企业还是独立的企业，联盟成员在协议之下“偷步”的激励很大，而且这种激励具有联盟越是成功、偷步的激励就越大的特点。这就是为什么价格联盟、产量联盟这类卡特尔总是短命的经济原因。

石油输出国组织几乎是难得的比较成功的卡特尔的惟一

例了。

欧佩克的一个重要特点，在于其成员的生产能力并不相同。沙特阿拉伯的生产能力远远超出其他成员。问题在于，同属一个卡特尔的大成员和小成员，它们的作弊激励并不是一样大。

为了简化这个问题，我们只看一个小成员，即科威特。假定在协议合作的情况下，科威特每天应该生产 100 万桶石油，沙特阿拉伯则生产 400 万桶。假定对于它们来说，所谓作弊的意思都是每天多生产 100 万桶。换言之，科威特有两种选择，分别是产量 100 万桶和产量 200 万桶；沙特阿拉伯则为产量 400 万桶和产量 500 万桶。这样，基于双方的不同抉择，它们投入市场的总产量可能是 500 万、600 万或 700 万桶。假定相应的边际利润（每桶价格减去生产成本）分别为 16、12 和 8 美元。这就得出下面的利润表：1、2 和 4、5，分别是科威特和沙特阿拉伯的产量策略，单位是百万桶/天；每一个格子里，左下方的数字是沙特阿拉伯的利润，右上方的数字是科威特的利润，单位为每天百万美元（见下图）。

沙特阿拉伯（百万桶/天） \ 科威特（百万桶/天）	1	2
4	64, 16	48, 24
5	60, 12	40, 16

沙特阿拉伯与科威特利润表

科威特有一个优势策略：作弊，每天生产 200 万桶。沙特阿

拉伯也有一个优势策略：遵守合作协议，每天生产 400 万桶。沙特阿拉伯遵守协议，哪怕科威特作弊也一样。双方都“偷步”的可能性就此瓦解了。

实际上正如上面所看到的，沙特阿拉伯即使出于纯粹的自利心理，也存在着合作的激励。假如它生产一个较低的产量，市场价格攀升，欧佩克全体成员的边际利润都会上扬。假如沙特阿拉伯的产量只占欧佩克总产量一个很小的份额，它自然不会发现，原来向整个卡特尔提供这种“公共服务”对自己也有好处。不过，既然它的市场份额很大，那么上扬的边际利润会有很大一部分落在它自己手里。因此，沙特阿拉伯牺牲一些产量也是值得的。这也是我们选作例子的这两个国家的实际抉择。上面这个分析取自迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》。迪克西特和奈尔伯夫说，这个例子描述了走出囚徒困境的一个途径：找出一个大慈善家，让他遵守合作协议，容忍其他人作弊。

同样的事情见之于许多联盟。在许多国家，一个大政党和一个或多个小政党必须组成一个联合政府。大政党一般愿意扮演负责合作的一方，委曲求全，确保联盟不会瓦解，而小政党则坚持他们自己的特殊要求，选择通常可能偏向极端的道路。以色列联合政府中的小宗教团体的影响就是一个很好的例子。北约内部有另一个例子：美国占了防务开支一个超出比例的份额，大大便宜了西欧和日本。美国经济学家曼库尔·奥尔森（Mankur Olson）将这一现象非常简洁地称为“小国对大国的剥削”。但是迪克西特和奈尔伯夫却采用另外的说法，那就是：贵人行为理应高贵。



路径依赖是怎么回事？

本书讲到现在，大家知道要对一个博弈进行分析，最要紧的是把它表达好。这一节，我们讨论两个局中人各有三个策略可供选择的如下博弈，甲有上中下三个策略，乙有左中右三个策略。各种策略对阵的得益如下图中数目所示。

乙

			左	中	(2) 右
甲		上	4*, 12*	3, 10	2, 12
	(3)	中	0, 12	2, 11	1, 11
	(1)	下	3, 12	1, 8	2, 13

路径依赖演示之一

运用相对优势策略画线法可以知道，这个博弈有三个纳什均衡：左上方得（4，12）的均衡、右上方得（2，12）的均衡，和右下方得（2，13）的均衡。

这些均衡也可以用劣势策略消去法一步一步做出来。但是，劣势策略消去法做下去，只能保证得到其中一个纳什均衡。究竟最后得到的是哪一个均衡，要看你具体是怎样把劣势策略逐次消去的。如何实施劣势策略消去法，即先消去什么再消去什么，对结果可能产生很大的影响。

我们把这个博弈复制了两份，支付矩阵外面括号里面的数目字，表示劣势策略被消去的次序。在第一个矩阵，“下”是甲的劣势策略，先把它消去；甲的“下”消去以后，乙的“右”就变成了劣势策略，接着把它消去；第三次是把甲的“中”策略消去。做到这里，你已经知道结果一定是左上方得（4，12）的均衡，因为最后留下来的，一定是纳什均衡。可是在第二个矩阵，我们先把乙的“中”策略这个劣势策略消去；接着把甲的“中”策略消去；这时候，“左”就变成乙的劣势策略了，所以第三步必须把它消去。做到这里，乙已经没有选择了，甲还有一次选择，但是选来选去他都将得 2，所以他无所谓。于是可以知道，结果不是右上方得（2，12）的均衡，就是右下方得（2，13）的均衡（见下页上图）。

可见，采用不同的路径进行劣势策略消去法，可能得到不同的结果。经济学上把这种结果依赖于路径的现象，叫做路径依赖（path-dependence）。为了方便读者，我们只举双方都只有三个策略可供选择的三行三列的例子，有兴趣的读者可以自己试试四行五列甚至八行七列的例子，验证路径依赖确是普遍的现象。

其实，就是最简单的两行两列的情况，也可能出现路径依赖的现象。下面是把原来例子中甲的“中”策略和乙的“中”策略

乙

甲		(3) 左	(1) 中	右
	上	4, 12	3, 10	2, 12
	(2) 中	6, 12	2, 11	1, 11
	下	3, 12	1, 8	2, 13

路径依赖演示之二

都取消而得到的新博弈，同样有三个纳什均衡：左上方得（1，12）、右上方得（2，12）和右下方得（2，13）（见下图）。

乙

甲		左	右
	上	4, 12	2, 12
	下	3, 12	2, 13

路径依赖演示（一）

乙

甲		左	右
	上	4, 12	2, 12
	下	3, 12	2, 13

路径依赖演示（二）

在头一种情形，我们先消去甲的“下”策略，结果不是左上方的（1，12），就是右上方的（2，12）。在第二种情形，我们先消去乙的“左”策略，结果不是右上方的（2，12），就是右下方的（2，13）。

下面再提供两行三列的一个例子，不同的次序也可以做出不同的结果来。

乙

甲		左	中 (1)	右
	上	1*, 12*	0, 11	0, 13
(2)	下	2, 12	0, 12	0, 12

路径依赖演示（一）

乙

甲		左	中	右 (1)
(2)	上	1, 12	0, 11	0, 13
	下	2*, 12*	0, 12	0, 12

路径依赖演示（二）

通俗地说，路径依赖就是人们陷入一种情况而发现从此难以

脱身。这样的事情实在太普遍了。在博弈论普及读物《策略思维》中，美国普林斯顿大学教授迪克西特和耶鲁大学教授奈尔伯夫写道：一旦你在一个特定城市找到一份工作，那么换一个地方重新安置下来的代价就会变得很高；一旦你买了一台电脑，学会怎样使用其操作系统，那么学会另一个操作系统，改写你的全部程序，其代价就会变得很高。同样，参加了一家航空公司的里程积分计划的旅行者若想搭乘另一家航空公司的飞机，自己付出的代价也会提高。当然了，从婚姻围城逃脱出来的代价也很高。

问题在于，一旦你做出类似的契约，比如接受工作或结婚，你的讨价还价形势就会受到削弱。公司大可以利用其职员预期的搬家成本占点便宜，向他们支付较低薪水或是降低加薪幅度。电脑公司可以给新出的而且兼容的外围设备标出更高的价码，因为他们知道，他们的消费者不会轻易转向同样是新出的却不兼容的技术。至于航空公司，一旦找到数目庞大的里程积分计划参加者，就不大愿意参与价格战了。一对夫妻签订的平均分担家务的协议一旦遇到小孩出生，就不得不重新谈判一番，其中也有路径依赖的道理。

有本事预见到路径依赖后果的策略家，会赶在他们的讨价还价能力仍然存在的时候加以充分利用，换句话说，就是在他们订立契约之前，把问题想清楚。但是，做到这一点并不容易。下面是我自己的一个例子。

1998 年前后，我在学生李志强的帮助之下，将自己的拓扑学课程的讲稿扩充整理成书，以《拓扑学方法和经济学应用》为题，在中国经济出版社出版。记得在全书草稿完成以后，我们就使用一个后来感觉不太成熟的中文 TEX 软件开始输入，以为可以像我在中国经济出版社的《岭南系列》中的其他的书一样，以

软盘送稿。几个月以后我们才知道，英语学界（包括经济学界）颇为流行的TEX系列写作排版软件的汉化版本，在中文世界的用户很少，特别是出版界对它并不接受。当我们感觉到这是一个问题的时候，单看字数，书稿的键入已经接近尾声。不坚持到底，岂不可惜？于是我们决心自己做到底，因为很难设想在我国现时的条件下把这种事情交给非专业人员去做。回过头来看，我们当时实在很有一点儿不知天高地厚，总认为自己就能完成一件事情。但是继续做下去，才醒悟这里有一个对于我们来说非常严重的缺乏编辑专业训练的问题。

我们的这个经济学所说的“路径依赖”过程，代价非常之大，至少多耗了几百小时。毫无编辑方面的专业训练，我们竟然斗胆自己去做这样的工作，代价没法子不大。但是从另一个角度来说，我们又是越俎代庖，干预了责任编辑的工作。概括起来，我们愚蠢地揽了一件不仅事倍功半而且吃力不讨好的活。到了这个时候，真恨自己莽撞，磕碎了牙齿只好和着血吞下去。已经做成这个样子了，自然不好意思让编辑“回锅”我们的夹生饭，于是我们在前言中特别声明，“如果读者对于本书的编辑排版有任何意见，其责任完全在作者方面，希望无论如何不要错怪责任编辑”。

路径依赖的概念引申出去，对于观察和分析社会经济发展，可提供有意义的启发。下一节将简单说明这个问题。



改革进程要注意路径依赖问题

运用劣势策略消去法逐步把博弈的纳什均衡做出来，具体先消去什么再消去什么，对结果可能产生很大的影响。经济学上把这种结果和成本依赖于路径的现象，叫做路径依赖，已如上述。

我们搞改革开放，也要注意：从计划经济向市场经济转型，这个过程也有路径依赖的性质。就拿上次两行两列的简单博弈来说吧，站在甲的立场上看，路径对头［如下图（a）中的处理］，可能得4，走另外的路［如下图（b）中的处理］，顶多可以得2。这是多么巨大的差别。

		乙 左	乙 右
甲	上	**4**, **12**	**2**, **12**
甲	下	3, 12	**2**, **13**

(a)

路径依赖

		乙	
		左	右
甲	上	**4**, **12**	**2**, **12**
	下	3, 12	**2**, **13**

(b)

路径依赖

做事情，总是要代价要成本的，总要花力气。但是付出了代价，是否能达到预期的目的，却是另外一个问题。比方说，把中国的足球搞上去，是大家的共同愿望。有人提出，中国足球搞不上去，主要是投入太少。的确，十几年前，我国足球的投入和其他竞技体育的投入一样，都很不够。可是同样是资源不足，别的项目还搞得不错，足球却硬是不争气。最近几年，对足球的投入迅速增加，足球已经成为我国在收入水平上最接近发达国家水平的行业。就以甲级球队球员的工资说吧，短短几年时间，上升了十几倍甚至几十倍。可是，我们的足球上去了吗？就算不能说没有进步，至少也是进步很慢。如果以在世界上的排名衡量，足球一直是我国在世界上位置最低的重要竞技项目。事实说明，不解决激励机制问题，投入再多也未必见效。前些年我国足球改革的走向和效果，提供了生动的例子。

关于路径依赖，你可以设想到原始森林去探险。你是要探险到达某个目的地，你的面前有几条路可走，一条可以比较快地到达，另外一些要走许多弯路，还有一些将是绝路、死路，可是你

不知道究竟哪一条路是对的，不知道哪一条路最好。走错了路自己还不知道，等到觉得有一点儿不对劲的时候，常常会这样想：已经沿这条路走了那么远了，要是退回原处重新择路而行，岂不前功尽弃？说不定还是走得通的，再走下去看看。这样，如果开头走错了路，走得越远，“陷”得越深，那时候才迷途知返，代价就很大。所以，当你站在原始森林外面准备开始探险的时候，考虑究竟应该走哪一条路，是至关紧要的重大决策。问题是，一条眼前看起来不错的路，可能正是弯路、绝路。

改革也是这样。一方面，从计划经济到市场经济，我们做的是前人没有做过的事业，在某种程度上我们也只能“摸着石头过河”；另一方面，如果不带意识形态的偏见，市场经济毕竟有其共同的规律，人家搞市场经济那么多年，许多教训和经验已经写进了教科书，我们如果能够好好地借鉴，可以少走许多弯路，可以少交许多“学费”。一切都靠增加奖金来调动积极性，就是一个明显的例子。当初每个月的工资只有几十元的时候，增加几块钱奖金似乎很管事，于是工资、奖金一个劲地长，很快到了几百上千的水平，生产力却激励不起来。一些国有企业，很快就出现“正式职工收入高，干活全靠临时工”的局面。这时候当然不得不下决心改过来，但是已经非常痛苦。再一个例子是“包字为本”、“一包就灵”，结果相当数量的国有资产迅速转化为少数人的私有财富，贫富差距迅速扩大，纠正的代价重得很。



先动优势和后动优势

让我们再回到情侣博弈：前面说了，大海是个球迷，丽娟最喜欢芭蕾，但是分开各自度过这难得的周末时光，才是最不乐意的事情。那么他们怎样安排周末节目呢？我们已经知道情侣博弈有两个纳什均衡：或者一起看球，或者一起看芭蕾（见下图）。早先我们讲过，就单次情侣博弈而言，最后结局究竟落实到哪一个纳什均衡，是博弈论尚未解决的问题。

大海 \ 丽娟	足球	芭蕾
足球	2, 1	0, 0
芭蕾	-1, -1	1, 2

周末节目决策

大家知道，情侣博弈可以用来描述友好企业或者有互补性的企业之间的关系。在这种情况下，偶尔像真正的情侣那样谦让一下也有好处。但是在许多情况下，会体现先动优势（first move advantage）：双方都得到好处，而先决策先行动的一方得益多一些。比方说两人还没商量，丽娟就打电话告诉大海：我已经买了票，周末一起去看芭蕾好吗？他们是恋人，自然经得起这类偏好迁就的考验。丽娟已经开口说了，大海还会驳她的面子吗？如果你觉得没商量就先买了票太过分，那么可以把情况改为丽娟打电话给大海建议一起去看芭蕾，得到附议才去买票。同样我们可以设想，大海接到丽娟的电话，该不会驳她的面子。

我国古代已有"先下手为强"的说法。的确，大量例子说明，在有多个纳什均衡的情况下，常常是先动手先决策的一方占一些优势。读者可以把本书讲过的所有不止一个纳什均衡的博弈都拿来检查一下，看看是否多数体现先动优势。

但是要指出，也有后动优势（second-move advantage）的例子。为节省篇幅，下面两个例子，我们忽略博弈的具体背景，而只把博弈矩阵表格画出来（见下页图）。这就足够我们开展分析。首先，运用相对优势策略画线法我们知道，图（a）的博弈有左上（4，12）和右上（2，12）两个纳什均衡，图（b）的博弈有左下（10，100）和右上（5，4）两个纳什均衡。

在图（a）中，甲是有后动优势的：如果他让乙先行动，乙为了自己的利益，一定先把对于他较差的中策略和右策略消去，这时甲可以很有把握地到达左上（4，12）这个均衡得益为4。如果甲先行动，他只能把比较差的下策略消去，可是这样一来，

		乙 左		乙 中		乙 右	
甲	上	**4**	**12**	3	10	**2**	**12**
甲	下	3	12	2	10	1	11

(a)

博弈矩阵

		乙 左		乙 右	
甲	上	**10**	0	**5**	**4**
甲	下	**10**	**100**	**5**	0

(b)

博弈矩阵

乙只需在得益同为 12 的左右两个策略中随便选择一个，要是乙不关心甲的得益，甲就可能只得 2，而不是 4。可见后手决策是甲的利益所在。

再看图（b）。甲是有先动优势的：如果他先选定下策略，他稳可得 10。作为乙，最好让对方先行，自己也乐得 100。要是乙老是想占据先手，为了得 100，早早先占了左策略的位置，想不到这样一来，却把自己放在很不确定的任人施舍的位置：甲要高兴，可以给你 100，要是不高兴，完全可以

让你得 0。

两个例子似乎启示我们，后动优势常常与风险联系在一起。另外，在可以"搭便车"的情形，搭便车者当然可以说是占了后动优势。

全世界的孩子都玩"布、剪、锤"猜拳游戏，布赢锤、锤赢剪、剪赢布。如果每次输赢一根火柴，你能不能把博弈矩阵写出来？猜拳是必须一起出手的。如果允许先动后动，那当然是后动的赢，没有什么博弈可言，因此也谈不上什么后动优势。事实上，每个小朋友都知道，试图后出手的所谓"弹弓手"现象，是违规的。允许"弹弓手"，它们就不成其为有意义的游戏。



52 再说后动优势

在他们的博弈论普及读物《策略思维》中，美国普林斯顿大学教授阿维纳什·迪克西特和耶鲁大学教授巴里·奈尔伯夫讲了一个帆船比赛的故事和一个轮盘赌的故事。我觉得都可以充作后动优势的出色例子。

帆船比赛的故事是这样的：1983 年美洲杯帆船赛决赛前 4 轮结束之后，丹尼斯·康纳的“自由女神号”在这项共有 7 轮比赛的重要赛事当中暂时以 3 胜 1 负的成绩领先。这是 7 轮 4 胜的比赛。那天早上，第 5 轮比赛即将开始，媒体报道“整箱整箱的香槟被送到‘自由女神号’的甲板，而在他们的观礼船上，船员们的妻子全都穿着美国国旗红、白、蓝三色的小背心和短裤，迫不及待地要在她们的丈夫夺取美国人失落 132 年之久的奖杯之后参加合影。”可惜由于策略运用不当，最终事与愿违，功败垂成，圆不了 132 年的梦。

比赛一开始，由于“澳大利亚二号”抢在发令枪响之前起

步，不得不回头撤到起点线后面再次起步，使“自由女神号”在这一轮一开始就获得37秒的优势。这时，落后的澳大利亚队的船长约翰·伯特兰德决定孤注一掷，转到赛道左边，满心希望风向可以变化，帮助他们赶上去。丹尼斯·康纳则决定将“自由女神号”留在赛道右边。这一回，伯特兰德大胆押宝却押对了，风向果然按照澳大利亚人的心愿偏转了5度，使“澳大利亚二号”以1分47秒的巨大优势赢得这轮比赛。事后，人们纷纷批评康纳，说他策略失败，没能跟随澳大利亚队调整航向。再赛两轮之后，“澳大利亚二号”反超，最终以4∶3赢得了决赛桂冠。

这场帆船比赛给我们提供了一个很好的例子，明白为什么成绩遥遥领先的帆船，通常都会照搬落后者的策略，即一旦成绩尾随的船只改变航向，那么成绩领先的船只也会照做不误。实际上，即便成绩尾随的船只采用一种显然非常低劣的策略的时候，成绩领先的船只最好也照样加以模仿。为什么？因为帆船比赛与在舞厅里跳舞不同，在这里，成绩接近是没有用的，只有最后胜出才算数。假如你成绩领先了，那么，维持领先地位的最可靠的办法就是看见别人怎么做，你就跟着怎么做。

如果双方的技术实力相当，帆船比赛的输赢在很大程度上是赌风向的比赛。在1983年的那场比赛中，当以3∶1的场数领先的美国人又以37秒领先时候，他们就获得了后动优势：澳大利亚人押什么风向，他们就跟随押什么风向。这样，他们可以做到万无一失，因为如果澳大利亚人押对了，他们也跟着押对，尽管可能因为决策晚一点而输掉几秒，却很难把37秒输光，同样，如果澳大利亚人押错了，那么大家都错，那37秒的优势仍然管用。

有趣的是，《策略思维》的作者之一巴里，也遇到过和上述

帆船比赛非常接近的情形，并且乐意把自己"败走麦城"的故事贡献给读者。巴里大学毕业的时候，为了庆祝一番，参加了剑桥大学的五月舞会，这是英国版本的大学年度正式舞会。作为庆祝活动的一部分，节目包括了一个轮盘赌游戏。每个参加者都得到相当于 20 美元的筹码，玩到舞会结束的时候，收获最大的一位将免费获得下一年度舞会的两张入场券。到了准备最后一轮轮盘赌的时候，纯粹是出于令人愉快的运气，巴里手里已经有了相当于 700 美元的筹码，独占鳌头，而第二位是一位拥有 300 美元筹码的英国女子。其他参加者所获无几，实际上已经被淘汰出局。就在最后一次下注之前，那个女子向巴里提出分享下一年舞会的入场券，但是巴里拒绝了。他占有那么大的优势，怎么可能满足于得到"一半"的奖赏呢？

这里需要简单介绍一下轮盘赌的规则。轮盘赌的输赢取决于轮盘停止转动的时候小球落在什么地方。典型情况是，轮盘上刻有从 0 到 36 的 37 个格子。假如小球落在 0 处，就算庄家赢了。玩轮盘赌最可靠的玩法就是赌小球落在偶数还是奇数格子，分别用黑色和红色表示。这种玩法的赔率是一赔一，比如一美元赌注变成两美元，取胜的机会是 18/37，接近二分之一。在已经 300∶700 落后的情况下，如果这样赌偶数和奇数，即使那名英国女子把全部筹码压上，也不可能翻本。因此，她被迫选择一种风险更大的玩法。她把全部筹码压在小球落在 3 的倍数上。这种玩法的赔率是二赔一，也就是说，假如她赢了，她的 300 美元就会变成 900 美元，但取胜的机会只有 12/37，不到 1/3。现在，那名女子把她的筹码摆上桌面，表示她已经下注，不能反悔。这时候，巴里应该怎么办？

正如大家在帆船比赛案例已经知道的，巴里应该模仿那名女

子的做法，同样把 300 美元筹码压在小球落在 3 的倍数上。这么做可以确保他领先对方 400 美元，最终赢得那两张入场券。事实上，这时候他们将同赢或者同输。假如他们都输，巴里将以 400∶0 取胜；假如他们都赢，巴里将以 1 300∶900 取胜。如果巴里清醒自己已经获得的后动优势，坚守追随策略，那名女子根本就没有戏。即使她选择不赌这最后一轮，她也还是要认输，因为巴里会模仿她一样退出这一轮，照样取胜。

实际上，她的惟一希望在于巴里先行。假如巴里先在黑色下注 200 美元，她应该怎么做？她应该把她的 300 美元压在红色。把她的筹码压在黑色对她没有半点好处，因为只有巴里取胜，她才能取胜，而她将是亚军，只有 600 美元，排在巴里的 900 美元后面。自己取胜而巴里失败就是她惟一的反败为胜的希望所在，这就意味着她必须反巴里之道而行之，在红色下注。

可见，假如巴里先下注，那名女子就可以选择一个具有取胜机会的赌注。相反，如果巴里让那名女子先下注，他自己就总是可以选择一个确保胜利的策略。其实何止是已经领先的轮盘赌呢，在许多博弈游戏里，抢占先机、率先出手并不总是好事。因为这么做会暴露你的意图，其他参与者可以利用这一点占你的便宜。“后发制人”，可能使你处于更有利的策略地位。

巴里在《策略思维》中写道，他后悔自己没有采取稳操胜券的策略。他回忆说，当时已经是凌晨 3 点，何况他已经喝了太多香槟，再也没有办法保持头脑清醒了。结果，他把 200 美元压在偶数上，心里嘀咕他输掉冠军宝座的惟一可能性就是这一轮他输并且她赢，而这种可能性的发生几率只有 1/5，所以形势对他非常有利。

一个人在喝得太多的时候，自然很可能偏离理性。一方面，

也许因为经济学已经玩得很有心得，向往“无招胜有招”的境界，巴里竟然会漠视已经取得的后动优势；另一方面，不愧为博弈论的高才生，他居然还知道输给对手的几率只有1/5。

当然，1∶5几率的事情有时也会发生，巴里“败走麦城”就是其中的一个例子：鬼使神差，那位女子赢得了下一年度舞会的赠券，巴里功败垂成。

值得注意的是上述以“模仿策略”实施的后动优势的适用范围。上述两个游戏，都是所谓“赢者通吃”的比赛。如果不是赢者通吃的游戏，而是积分比赛的游戏，情况将大相径庭。



博弈的展开式表示

博弈论最基本的分类有两个：一是按照博弈各方是否同时决策，分为静态博弈和动态博弈，同时决策或者同时行动的叫做静态博弈，决策或行动有先后次序的叫做动态博弈。这里要注意的是，即使决策或行动有先后，但是只要局中人在决策时都还不知道对手的决策是什么，也算静态博弈。这是很容易理解的。比方说工程招标，截止日期是5月1日，那么尽管有些投标者在四月上旬就投了标，有些到4月下旬才投标，虽然本来决策时间有先后，但效果与同时决策并无二致。这里，我们当然排斥标书泄密这样违规的事情。

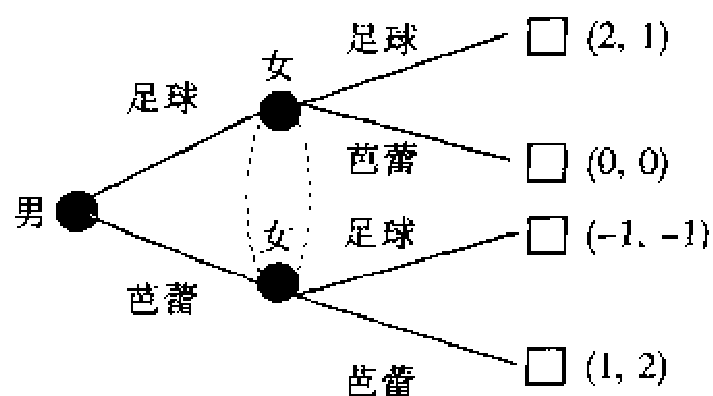
另一分类，是按照大家是否都清楚各种对局情况下每个局中人的得益，分为完全信息博弈和不完全信息博弈。我们已经讲过的所有博弈，都是完全信息博弈，因为博弈矩阵已经把各种对局情况下每个局中人的得益写得非常清楚。博弈论把完全信息这种情况，概括为“各种对局情况下每个局中人的得益多少”是所有局中人的共同知识。

静态和动态、完全信息与不完全信息，组合起来一共有四大类博弈。现在世界各国的经济学教育，基本上都只在研究生水平才讲博弈论，典型的研究生博弈论教材就包括这么四大部分：(1) 完全信息静态博弈；(2) 完全信息动态博弈；(3) 不完全信息静态博弈；(4) 不完全信息动态博弈。四部分一个比一个精彩，也一个比一个难。我们给报纸读者写《博弈论平话》，意在普及一点儿比较容易但是有启发的博弈论思想，并不是借报纸的宝贵篇幅给大学生开课。所以，这个平话的具体内容，基本上限于完全信息的静态博弈。

但是认真的读者马上发现，上次讲的先动优势、后动优势，已经有先后次序，已经进入了完全信息的动态博弈。的确是这样。先动后动，所谓后动者是在知道先动者的决策以后才行动的，所以应该归入动态博弈。

为了讨论一个博弈，既可以采取我们上面一直使用的矩阵式表示，也可以采用下面要讲的展开式表示。展开式表示也叫做树型表示，圆点表示决策点，空心小方块表示结果。以情侣博弈为例，男的决策足球，女的也决策足球，结果男女一起看足球，男得 2 女得 1。其余（足球，芭蕾）得（0，0），（芭蕾，足球）得（－1，－1），（芭蕾，芭蕾）得（1，2），意思完全相同。虽然是从左往右伸，展开式表示的确就像一棵树，所以也叫博弈树（见下页图）。

细心的读者会问，这样一来，老是男的先决策，和原来的情侣博弈，不是不一样了吗？的确，矩阵式博弈对于同时决策的静态博弈比较方便，展开式表示对于先后决策的动态博弈比较方便。但是，矩阵式表示也可以用于动态博弈，展开式表示也可以用于静态博弈。例如，面对静态的情侣博弈，我们把展开图上女



博弈的展开式

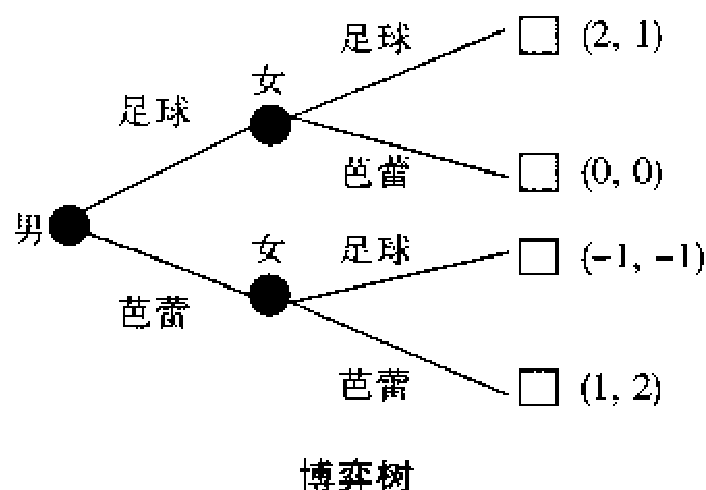
的位置的两个决策点“罩”起来当成一个点，不让分辨，那么究竟男的决策足球还是决策芭蕾，女的是不知道的。这样“罩”了以后，展开式就可以表达静态博弈了。

但是，展开式的优势毕竟在动态博弈方面。



策略作为完整的行动方案

动态博弈和静态博弈有一些不同的地方。这一节讲讲“策略”概念的变化。首先我们把上次为情侣博弈画的博弈树复制在这里，但是取消圈住女方两个决策点的虚线，那么它就真是一个动态博弈了（见下图）。



博弈树

在这个动态博弈中，决策是男先女后。男的策略仍然是两个：选择足球，还是选择芭蕾。女方现在是在知道男方的决策以

后才行动的，所以要把这个"信息"因素考虑进去。这样，女方的策略一共有四个：

一、追随策略：他选择什么，我就选什么；

二、对抗策略：他选择什么，我就偏不选什么；

三、芭蕾策略：无论他选什么，我都选我喜欢的芭蕾；

四、足球策略：无论他选什么，我都选他喜欢的足球。

这样，所谓策略应该是一个"如果情况怎样，我就怎样行动"的行动方案，一个在不同的情况下要采取什么行动的方案。所以，对于动态博弈而言，以前我们讨论过的所有"纯策略"，其实只是现在说的"行动"。行动是"做什么"，策略是"在什么情况下做什么"。

这种策略概念的演变，对男方也适用，只不过因为他没有面临什么"不同的情况"，所以他的策略只是采取什么行动而已，这就是他的足球策略和芭蕾策略。

后决策者的四种策略，都是可以想像的。"追随策略"我们见过，"对抗策略"我们也见过；总是表达自己爱好的"芭蕾策略"我们见过，老是成全他人的"足球策略"我们也见过，《圣诞节的礼物》的故事就是一个例子。

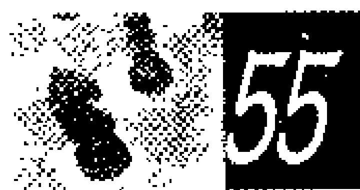
你是否感觉到，女方的四种策略之中，有些策略包含着威胁？如果你是文字女权主义者，认为例子里面说女方威胁不好，那么可以把男女的位置换一换，变成女方先行两个策略，男方后动四个策略，则男方的一些策略包含着威胁。

既然是威胁，就有一个可信不可信的问题。美国普林斯顿大学古尔教授曾经在1997年的《经济学透视》杂志发表文章，提供深入浅出的例子说明威胁的可信性问题：两兄弟老是为玩具吵

架，哥哥老是要抢弟弟的玩具。不耐烦的父亲宣布政策：好好去玩，不要吵我；不管你们谁向我告状，我都把你们两个关起来。关起来比没有玩具玩更加可怕。现在，哥哥又把弟弟的玩具抢去了，弟弟没有办法，只好说："快把玩具还给我，不然我要告诉爸爸。"哥哥想，你真向爸爸告状，我是要倒霉的，可是你不告状只不过没玩具玩，告了状却要被关禁闭，告状会使你的境况变得更坏，所以你不会告状。因此，哥哥对弟弟的警告置之不理。的确，如果弟弟是会计算自己利益的理性人，在这样的政策环境之下，还是忍气吞声不告状为好。可见，如果弟弟是理性人，他的上述威胁不可信。

很抱歉引用了这么个不温情的例子说明威胁的可信性。可惜，真有这样的父亲。

作为矩阵博弈的一个比较难的练习，读者可以试试能否把先行后动的动态的情侣博弈的矩阵表示写出来。现在矩阵应该是二行四列。再进一步，试试是否可以把所有纳什均衡都找出来。我们只提示一句：在二乘四等于八的 8 个格子中，不只有两个纳什均衡。



力保垄断的"进入障碍"



垄断企业可以获取高额利润，这是大家都知道的事情。我国电信行业曾经是一直保持垄断状态、迟迟未能开放竞争的一个行业。由于垄断，不仅装电话要交纳两三千元的昂贵的初装费，而且国际长途电话话费比发达国家和地区高出几倍甚至十几倍。最近的一些呼吁结束垄断的文章还披露了这样一个事实：国际长途话费要在两个国家之间平分，垄断了我国国内市场的电信企业，在自己获取高额垄断利润的同时，还把因为垄断从国内用户身上榨取的高额利润的一半，拱手送给外国公司。这是那些在竞争环境中营业的公司的大老板自己也不敢想像的便宜事。

垄断了国人，养肥了自己，养惰了自己，还便宜了外国老板，真是怎么讲都没有道理的事情。可是，在利益驱动下，占据着垄断位置的人，你要他甘心放弃垄断，真是比登天还难。吴敬琏教授主编的《改革》杂志，在1998年第2期上刊登了张维迎教授和盛洪教授的文章，对于我国电信市场上一

直占据垄断地位的部门和企业，在1993年底国务院正式发文同意电子部、电力部和铁道部共同组建"中国联合通信有限公司"有限地参与竞争以来，如何使尽浑身解数，必欲置这个潜在的对手于死地，发表了系统的观察和深刻的分析。不要以为维护垄断只是资本家的行为。

所谓垄断，就是一个行业里面只有一个企业，人们别无选择，只能买这个企业的东西。如果有新的企业想进来分一杯羹，在利益驱动下，原有的垄断企业通常都要制造障碍和进行威胁。所以，原有垄断企业对潜在的进入者的对抗，是博弈论的重要论题。

设想垄断企业一直可以卖高价赚取每年10亿元的利润。别的企业为了进入这个垄断行业，需要4亿元的投资。当别的企业准备进入的时候，原有企业必须决策：或者"容忍"进入，就是收缩产量维持高价，利润降为5亿元，这时对方的利润也是5亿元，但要减去4亿元投资，实得1亿元；或者展开商战"抵抗"，就是加大产量，降低价格，力图把进入者挤出去，这时原来垄断的企业的利润降到2亿元，对方得2亿元还抵不过投资的4亿元，亏损2个亿元。对方不进入也可以采取降价威胁的策略，利润下降为4亿元。这样，我们可以写出博弈矩阵，如下页上图所示。惟一的纳什均衡在左上角：潜在企业进入，原有企业容忍。

潜在者之所以要进入，是因为他觉得原有垄断企业的抵抗威胁不可信：我真要进来，你容忍还可以得5，抵抗却只能得2。为你自己的利益，你不会真的抵抗，所以他不相信。

实际商战中，我们却看到许多不惜亏本拼死抵抗的案例。这

潜在的进入者

原有垄断企业	进入	不进
容忍	5, 1	10, 0
抵抗	2, −2	4, 0

行业进入博弈

是不是非理性行为？问题的症结，是原有垄断企业的着眼点，不是当时的利害，而是比较长远的利益。你是新进企业，你今年站不住，以后就没戏了。所以你关心的是当年利益。它是已经居于垄断地位的企业，它今年拼死把你打垮，后面几年还是他垄断的天下。所以它着眼于长远利益。比方它看往后的三年吧，由于今年抵抗，三年平均，将是每年利润（2＋10＋10）÷3＝22/3 亿元。

这样，在它的眼里，博弈形势应该像下图那个样子。所以，为了长远利益，它要抵抗。可见，垄断企业的抵抗威胁，并非不可信。

潜在的进入者

原有垄断企业	进入	不进
容忍	5, 1	10, 0
抵抗	22/3, −2	8, 0

行业进入博弈

最后那个矩阵所刻画的博弈，没有我们迄今讲过的纳什均衡，前面我们讲过的"布、剪、锤"猜拳游戏也是这样。必须说明，迄今我们讲过的纳什均衡，都是"纯策略纳什均衡"。本书主体上限于讲到纯策略纳什均衡为止。读了附录一，我们将知道，除了纯策略纳什均衡以外，还有"混合策略纳什均衡"，并且我们讲过的所有博弈都有混合策略纳什均衡；附录二将介绍混合策略纳什均衡的计算方法。

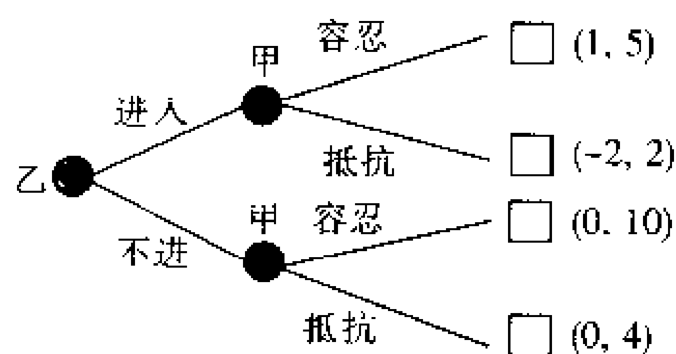
在结束这一节的时候，请回答一个简单的问题，即最后那个矩阵中右下角格子中的数值 8 是怎么来的？

古人云："好读书不求甚解。"如果你不能马上回答上面这个非常简单的问题，那么你也真是太"好读书不求甚解"了！这样读书，效率很低。



56 破釜沉舟和占岛断桥的战略

上次讲的力保垄断地位的博弈，如果用展开式表示，可能更加容易分析。在展开式表示中，局中人的决策至少在形式上有先有后。如果撇开垄断好不好的社会规范问题，保护垄断地位之战是因为有人要想打破垄断而发生的，所以我们可以自然地把潜在的进入者放在先行动的位置，原有的垄断企业随后行动。这样一来，博弈的形势如下图所示（单位：亿元人民币）。



行业进入博弈

先有垄断企业，所以把它叫做甲，但是在博弈中潜在的进入

竞争者乙先行动。我们记得，所谓容忍，主要特征是保持高价，在对方进入时，宁愿收缩自己的产量，让出市场份额，也要保持高价；所谓抵抗，主要是扩大产量，自己利润也就降低了。

二人对策，每人可以采取两种行动，当然只有四种结果。可是现在决策有先有后，后行者就有四种策略：（1）不管你怎样，我总容忍；（2）不管你怎样，我总对抗；（3）你进我抗，你不进我忍；（4）你进我忍，你不进我抗。决策有了先后，博弈的矩阵表示变成（见下图）：

乙 \ 甲	总容忍	总抵抗	你进我抗你不进我忍	你进我忍你不进我抗
进入	1, 5	−2, 2	−2, 2	1, 5
不进	0, 10	0, 4	0, 10	0, 4

行业进入博弈

运用相对优势策略画线法，我们知道这个博弈有三个纳什均衡，两个是潜在的企业进入得1，原有的垄断企业容忍得5；另一个是潜在的企业不进入得0，原有的垄断企业维持高价即“容忍”得10。

垄断企业在阻止进入的争斗中占据上风的一种手段，是破釜沉舟，减少自己的选择机会。四种策略可供选择，太多了。如图把潜在企业进入我会忍让的两种策略自我取消，博弈矩阵只剩下中间的两列。这就发出一个信号，告诉对方，只要你进来，我一定和你对抗。这样，对方明白进入没有好处，你也就保住了垄断

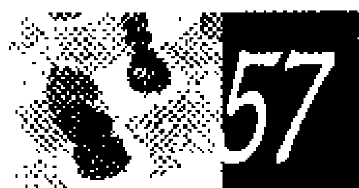
地位。

本来，在对方进入的情况下，你容忍还可得 5 对抗只能得 2，你却自我取消容忍可以得 5 的机会来斗法，商战中有这样做的吗？有的，这就是破釜沉舟战略。宁愿牺牲一些，也要把敌人赶出去。在商务谈判中，要是对方的立场很不合你的意，本来你忍让还可以得到一点儿好处，但是离你的目标太远，这时候你可以向你的律师或者谈判代表下达指令："只要对方的立场不变，就对抗到底。"而你自己干脆外出旅行。这就是具体实现破釜沉舟战略的一种方式。

破釜沉舟的历史故事大家都很清楚，让自己这方面的选择少一些，激励士兵奋勇杀敌。国外的博弈论著作还经常引用"占岛断桥"的经典：两国之间有一个无人的小岛，有桥梁分别通向两个国家。两国都想把小岛据为己有，但都不敢轻举妄动。一天，A 国发现 B 国的士兵已经驻扎在岛上，并且把通向自己方面的桥梁拆掉。A 国明白，小岛已经是别人的了，因为他们已经发出不会退却的信号。

这是减少自己的选择以威慑对手的例子。

事实上，在前面讲过的公明为装修房子与装修行讨价还价的博弈中，公明老兄就采取了减少自己的选择的办法，致使在博弈中占据有利的地位。



“波音”与“欧洲空中客车”的争斗

飞机行业的“规模经济”十分明显。因为固定投资很大，如果飞机企业建立以后，只能生产和销售很小数量的飞机，那就连本钱也收不回来。所以，在世界商用飞机市场上，只有少数几家企业处于举足轻重的位置。

对于新飞机的研究和开发，必须认真分析它的销售前景。除非预期能够卖出去很多，否则研究和开发新的机种就不会带来商业利润。美国的波音公司和欧洲由法国、德国、英国和西班牙合资的空中客车公司，为了争夺世界商用飞机市场，展开激烈的竞争。这是一场博弈。为简化讨论，我们假定世界飞机市场的容量有限，在一段时间以内如果只有一家公司开发生产了受欢迎的新飞机，它可以赢利 100 亿美元；如果两家公司都开发生产不相上下的新飞机，那么双方都要亏损 10 亿美元。这样，它们的博弈形势如下页的矩阵所示。

在这个博弈中，有两个纳什均衡。所以，如果只是从开发生

		空中客车 生产	空中客车 不生产
波音	生产	-10, -10	**100**, **0**
波音	不生产	**0**, **100**	0, 0

公司自行竞争情形

产新飞机是否有利可图来考虑而不是以挤垮对手为目标，两个公司竞争的结果，应该是先开发生产出新飞机的一方获利并站稳，体现先动优势。

实际情况，却是欧洲有关国家对空中客车公司实行补贴，力图让空中客车公司在竞争中处于有利位置。假定补贴额是 20 亿美元，那么如果两家都生产，原来它要亏 10 亿美元，变成因为补贴它还可以得益 10 亿美元；如果只有它开发生产，那么原来利润 100 亿美元，变成它实际得益为 120 亿美元。这样一来，博弈形势马上变化，成了下面的情形。在新的博弈中，只有一个纳什均衡，就是波音公司让路，空中客车公司独家向世界市场提供新的商用飞机（见下页图）。

政府要支持一个企业，力量当然很大。最严厉的支持，是授权让他独家经营，让企业处于垄断的地位。我国电信行业，长期以来就处于这样的情况，后来政府想稍稍改变，也是阻力重重，这些我们在前面已经讲过。但是国际竞争就容不得你“独家授权”了，可以说，那完全是科技和实力的竞争。长远来说，竞争有利于技术进步，有利于经济升级。所

波音 \ 空中客车	生产	不生产
生产	-10, 10	100, 0
不生产	0, 120	0, 0

欧洲补贴空中客车公司的情形

以一般来说，经济学界反对政府轻易对一个企业或一个行业实行特殊政策，给予特别的优惠。但是发展中国家过去长期受欺侮受压榨，它们的企业在相当长的一段时间里没有力量和发达国家的企业竞争。所以为了发展民族经济，在一定时间里对自己的有前途的幼稚工业实行保护，还是有意义的。不过这样的保护不能长期保留，不然的话，民族经济的竞争力就永远形成不了。

回到上述波音公司和空中客车公司的竞争，虽然欧洲国家补贴空中客车公司，但是后来的情况并没有像那个考虑补贴的博弈所展示的那样发展。事实上，波音公司也开发生产了波音 757 型和波音 767 型，至少足以和空中客车公司抗衡。为什么会这样？主要原因是波音公司的实力更加雄厚，技术更加先进。技术更加先进的主要标志，就是成本更低。成本低了，在同样情况下的利润就更高。这样一来，博弈矩阵中的表示利润或得益的数目字，就要修改。

有兴趣的读者，可以自己尝试对数据做合理的修改，以反映波音公司技术更加先进的假设条件，并且得出新的纳

什均衡。

最后，我们提请读者注意，这一节关于波音与欧洲空中客车的争斗的讨论，并没有采取动态博弈的展开式表示。动态的博弈树讨论，正好可以留给读者自己做练习。



博弈重复又如何？

囚徒困境是博弈论里面最重要的一个例子，它说明，各方为了自己的私利行事，可能导致对各方都最不利的结局。价格大战、广告大战、优惠大战，都是和囚徒困境性质一样的个体私利导向整体损失的博弈。

我们迄今讨论过的博弈，基本上都是一次博弈，分析博弈形势，讨论可能的结果。但是如果这个博弈重复进行，情况就会有很大变化，结局可能很不相同。就拿囚徒困境来说吧，一次博弈中，不管对方怎样，“我”把对方供出来总是对自己有利的，所以双方都选择把对方供出来这个优势策略。可是，对方刑满释放以后怎么样，那是一个必须考虑的问题。事实上，出狱报复，正是许多外国电影的主题。

博弈是否重复，结果的确可能很不一样。但是值得注意的是，就囚徒困境而言，博弈论证明了，如果囚徒困境同样重复十次或一百次，那么只要局中人还是理性人，博弈的结果还是一样：双方都把对方供出来。这很可能出乎我们一些

读者的直觉想像。

为什么会这样？让我们从最后一次博弈讲起。还记得价格大战吗，它在本质上和囚徒困境是一样的，但是得益都是正数，看起来比较自然，讨论的时候犯罪感也少一些，所以我们选择价格大战的版本。两个企业垄断了市场，如果都实行高价，各得利润5亿元；如果你高我低，我得6你得1；如果都实行低价，双方利润都是3亿元。如果只是一次博弈，双方都实行低价是惟一的纳什均衡（见下图）。

企业乙

企业甲	低价	高价
低价	3, 3	6, 1
高价	1, 6	5, 5

价格大战的囚徒困境

现在讨论重复博弈。假定一共博弈十次，现在是第十次。既然是最后一次博弈，没有“后效”，不必为将来打算，各人都只追求这次博弈的利益，于是为了自己的利益都要实行低价，抢夺市场份额。结果和一次博弈一样。现在考虑第九次即倒数第二次博弈。局中人已经清楚，最后一次博弈对方肯定要实行低价，我现在对他如何施好心（收缩产量维持高价）也不会在下一次得到好报。既然这样，作为理性人的“我”现在没有理由对他好心而害了自己。双方都这样想，于是第九次博弈的结果，也和一次博

弈一样，只追求当时的私利。

接着考虑第八次：因为反正第九次、第十次不会有好报，所以第八次也只为自己私利，结果还是一样，都实行价格大战。这样第七次、第六次……，倒着推回去，我们就可以知道：只要囚徒困境的重复次数是预先确定的，那么在理性人假设之下，重复博弈的结果一定还是各人在每次博弈中只追求当时的私利。上述这种**倒推论证**（backward induction），是博弈论的重要方法。

但是，如果囚徒困境是无限次重复下去，结果就很不一样。这时候，的确有办法影响对手的行为。最有效的办法是实行“以眼还眼，以牙还牙”策略。仍以两个企业垄断市场的价格策略为例：一开始，“我”好心收缩产量力图维持高价以便双方都得到较高的利润；如果你这次也这么“好心”，下次我继续“好心”，如果你这次以“坏心”对我的“好心”，下次我也不客气。

每年 5 亿元的利润，毕竟比每年 3 亿元具有更大的吸引力。所以，采用这样的战略，可以形成非契约的默契，使双方都从非契约合作中得益。



分“蛋糕”的动态博弈

我们在前面讨论过“小娟和小明”两人“分蛋糕”的问题，知道虽然大多数人基于“社会常识”或者说是善良的心理，预期一半对一半的分配方案看起来最公平，其实这个博弈却有无穷多个纳什均衡。事实上，假设蛋糕的总量是 1，那么小娟要 1/2、小明也要 1/2 固然是一个纳什均衡，小娟要 3/4、小明要 1/4 也是纳什均衡，甚至小娟要 19/20、小明只要 1/20 也是纳什均衡。最“严酷”的，莫过于小娟要 1、小明只能要 0 也是一个纳什均衡。反过来也是一样。

我们说小娟要 19/20、小明只要 1/20，甚至小娟要 100%、小明什么都得不到（0）也是纳什均衡。这是事物的一个方面；但是另一方面小明当然可以因为感到这么分配太不公平而生气，拒绝接受这一条件。这看起来是非理性的，但是如果他着眼长远，希望建立或者保持自己作为一个不好对付的讨价还价者的形象，从而为日后的讨价还价奠定基础，就变得理性了，因为将来的讨价还价可能是跟小娟进行，也

可能是跟其他孩子进行，他们将同样得知今天自己的所作所为。在实际操作当中，小娟同样需要考虑到这些问题，要向小明放出刚好足够的诱饵，比如留给他一小片蛋糕，引诱他上钩。但是为了使阐述过程保持简洁，我们将所有这些复杂问题丢在一边，在一步博弈中假设小娟可以拿走她所要求的100%份额。实际上，我们甚至还可以忘记留给小明舔的餐刀，假定由于小娟有能力提出"接受或者放弃"的条件，她可以得到整个蛋糕。

不过，一旦出现需要第二轮谈判的情况，局势就会变化，大大偏向小明。现在，桌子上同样放了一个冰淇淋蛋糕，但是两轮谈判过后，整个蛋糕就会完全融化。我们还是要把博弈规则先讲清楚：第一轮由小娟提出条件，小明可以接受，从而游戏结束，小明也可以不接受，则游戏进入第二轮；第二轮由小明提出条件，小娟可以接受，从而游戏结束，小娟也可以不接受，于是蛋糕完全融化，游戏同样结束。

这里要注意，假如在第一轮小明拒绝接受小娟提出的条件，他随后可以提出一个反建议，不过，到那个时候，桌子上只剩下半个蛋糕了。假如在第二轮小娟拒绝接受小明的反建议，剩下的半个蛋糕也会融化，双方都将一无所获。

面对这个两轮的博弈，小娟现在必须向前展望她最初提出的条件会有什么后果。她知道，如果她提出的条件太苛刻，小明可以拒绝她的条件，从而在第二轮占据有利地位，反过来就剩下的半个蛋糕提出"接受或者放弃"的分配方案，逼迫小娟就范。这实际上意味着小明已经将那半个蛋糕握在自己手里。可见，如果小娟不能阻止这一幕发生，即如果不能阻止博弈进入第二轮，她

必将一无所获。一旦看清这一点，她会从一开始就提出与小明平分这个蛋糕，这也是说，这个方案刚好足够引诱对方接受而又为自己保有一半收益。这样，他们马上达成一致，形成约定，平分这个蛋糕。



多轮博弈又如何



"分蛋糕"的讨价还价说到这里，多轮谈判博弈的基本推理已经非常清楚，从而我们的讨论还可以再进一步发展。问题总是在最简单的条件下先想清楚，然后向复杂的情况推广。面对分蛋糕的多轮博弈，现在我们要么加速谈判进程，要么延缓蛋糕融化速度。

但是这种推广不能把实质的东西舍弃掉。分蛋糕的多轮博弈，最富实质性的一点是，随着谈判各方每提出一个新的建议和反建议，蛋糕都在融化。比如三轮谈判博弈，蛋糕从一个变成 2/3 个再变成 1/3 个，直到零，最后什么也没有剩下。这时在第三轮轮到小娟提出最后一个建议，而蛋糕已经缩小到只有 1/3，她将可以全部拥有。小明知道这一点，所以在第二轮轮到自己提条件的时候许诺分给她 1/3，这时蛋糕还剩下 2/3。这么一来，小明可以得到的最好结果就是 1/3 个蛋糕，即剩下的 2/3 的一半。小娟知道这一点，于是在一开始就许诺分给小明 1/3，这刚好足够引诱小明接受，从而小娟自己得到蛋糕的 2/3。

若是每次缩水 1/4 的四轮的讨价还价博弈，最后一轮将是小明提出条件，得到这个时候桌子上剩下的 1/4 个蛋糕。因此，小娟必须在倒数第二轮提出分给小明 1/4 个蛋糕，当时桌子上还剩下半个蛋糕。而在此前的一轮，小明可以让小娟接受分给她 1/4 个蛋糕的条件，这时还剩 3/4 个蛋糕。一路这么向前展望下去，我们可以知道，讨价还价一开始，小娟就应该提出分给小明半个蛋糕，自己得到另一半。

若是五轮，小娟一开始可以提出分给小明 2/5 个蛋糕，自己得到 3/5。若是六步，那么分配方案又回到各得一半。若是七步，小娟则得到 4/7，小明得到 3/7。更加普遍的情况是，假如"轮数"是偶数，理性博弈的双方将各得一半。假如"轮数" n 是奇数，双方理性博弈的结果——小娟得到 $(n-1)/(2n)$，而小明得到 $(n-1)/(2n)$。等到步骤数目达到 101，小娟可以先行提出条件的优势使她可以得到 51/101 个蛋糕，而小明得到 50/101。

在这个典型的谈判过程里，蛋糕缓慢缩小，在全部消失之前有足够时间让人们提出许多建议和反建议。这表明，通常情况下，在一个漫长的多轮的讨价还价过程里，谁第一个提出条件并不重要。"妥协"的几乎一半对一半的解决方案看来还是难以避免，除非谈判长时间陷入僵持状态，"胜方"大概什么也得不到，"败方"自然也不会更好。不错，最后一个提出条件的人可以得到剩下的全部成果。不过，真要等到整个谈判过程结束，大概也没剩下多少值得赢取的东西了。得到"全部"，而"全部"的意思是什么也没有，就是"赢得战役而输掉战争"的生动例子。

我们必须看出很重要的一点：虽然我们考虑过许多可能的建

议和反建议，理性结果的关键之处却是小娟提出的第一个条件应该能够被对方接受，而谈判过程的后期阶段只有思维意义，实际上从来不会发生。不过，假如第一轮不能达成一致，这些步骤将不得不走下去；在第一轮行动的小娟盘算怎样提出一个刚好足够引诱对方接受的条件时，这个事实非常重要。

这个推理的启示是，上述动态博弈的所谓“向前展望、倒后推理”的原理，可能在整个博弈过程开始之前，已经确定了博弈的最后结果。另一个启示则是，如果讨价还价的过程真像上面阐述的那样，企业应该不会出现罢工。当然，罢工的可能性是会影响最终达成的协议的，不过公司方面（或者工会方面，同样适用）应该把握第一个提出条件的机会，提出一个刚好足以引诱对方接受的条件。

但是在现实社会里，罢工还是常常发生，谈判还是常常破裂。从理论上说，只有两个可能，一是现实生活中其他一些更微妙或者更复杂的因素在作怪，二是讨价还价双方的行为并不能用理性人的模式来概括。这两个因素实际上是相关的：正是因为现实生活比模型假设复杂和微妙得多，人们并不是彻底的理性人。



模型思维和语言表达

前面两节的内容，基本上取自迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》，则柯只是做了些许版本和诠释性质的工作。有兴趣的读者，可以练习用数学推导的方式，做出“轮数是偶数的话，理性博弈的双方将各得一半。假如轮数 n 是奇数，双方理性博弈的结果，小娟得到 $(n+1)/(2n)$，而小明得到 $(n-1)/(2n)$”这个结果。

你可能感到纳闷：迪克西特和奈尔伯夫在《策略思维》中已经用“语言”而不是用“数学”推出这个结果，我现在也会这样做了，为什么还反要过来练习数学方式的推导呢？

我告诉你一个秘密吧：经济学家往往是用数学方式的推理，得出他们的发现和结果的。但是结果得到以后，他们喜欢把它“翻译”成日常语言，告诉别人和广大读者。最典型的大概是20世纪初年的马歇尔，他是数学博士出身，用非常普通的语言写作他那部划时代的《经济学原理》。他曾经坦率表白，许多结论最早都是数学形式推理的结果，但是在著述《经济学原理》和其他

一些论文的时候，他都把那些引导他得到深刻发现的数学形式的推理先“翻译”成平白的英语，再公之于众。

对于这种情况，当代著名经济学家克鲁格曼，在他的名著《萧条经济学的回归》中，说得更加清楚。让我先讲一点克鲁格曼的故事。

经济学家有时候被人称为是马后炮专家：分析过去的事情常常头头是道，预言未来却往往不那么灵光。看看那么多自称或者被称的“经济学家”，你会觉得的确是这样。

但是我们说经济预言困难，并不等于经济发展、社会发展不能够大体预言。哈佛大学经济学系的马丁·L·魏茨曼（Martin L. Weitzman）教授，就曾经十分准确地预言前苏联的瓦解。1991年初，这位专长苏欧经济的教授，在多次讲演和会议发言中预言，前苏联将在“半年左右的时间里”瓦解。后来，当果真如他所料，发生八月事件的时候，同道们最受震惊的，似乎居然不是前苏联瓦解这么大的历史事件的本身，反而是：社会发展变化的预测，居然不是由社会学家、政治学家或历史学家做出，却是由经济学家做出，并且可以做得如此精确。

20世纪90年代初期，当人们普遍看好“东亚奇迹”的时候，斯坦福大学祖籍广东的华人学者刘遵义（Laurence Lau）教授指出，东亚的快速增长没有技术进步贡献的支持。后来，麻省理工学院保罗·克鲁格曼（Paul Krugman）教授更直言所谓“东亚奇迹”只不过是神话，告诫东亚要出问题。刘遵义教授和克鲁格曼教授的研究和告诫，一时招致广泛的非议，马来西亚的马哈蒂尔更是愤愤不平，直称这是西方的偏见和嫉妒。不久，当东亚金融危机果然爆发的时候，人们不得不佩服刘遵义教授和克鲁格曼教授的洞察力。

东亚危机不仅是东亚的问题，世界必须从东亚危机中吸取足够的教训。东亚危机之前的英国金融危机、拉丁美洲金融危机，特别是墨西哥金融危机，本来可以给人们许多教益，可是当这些危机终于度过的时候，人们仿佛“好了伤疤忘了痛”，何况还只是别人的痛楚和别人的伤疤，于是许多人认为那不过是局部的偶然的个别事件，并没有从中吸取应有的教训并采取必要的防范措施。

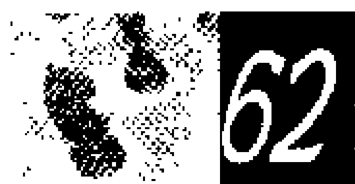
有鉴于此，克鲁格曼教授写了一本通俗读物，题为《萧条经济学的回归》，呼吁世界从日本经济衰退、拉丁美洲金融危机和东亚金融危机中吸取教训。

克鲁格曼教授的一个特点，是常常用老百姓熟悉的语言写作，发表在有影响的报刊上。他说，“世界需要的是行动，这就要让自己的思想转化成大部分人能够看得懂的语言”（《萧条经济学的回归》序言）。他给衰退已经 10 年的日本经济开出的药方是：“只有坚持贬值，坚持通货膨胀，日本经济才有可能走出困境。”面对经济问题，我们听得很多的是这样的说法：不要头痛医头脚痛医脚，结构性的改革才能根本解决问题。但是克鲁格曼认为，对于日本来说，通货膨胀第一，结构改革第二，道理是“有时候一辆熄火的汽车需要我们推一把”，让消费市场热起来，才是当务之急，因为“我们所有人谁没有结构性问题呢？但是你应该能想像到，是繁荣，而不是萧条，才是治愈这些结构性问题的最佳环境”。

对于经济学人和经济学子来说，克鲁格曼关于治学方法的经验之谈，也许更发人深思，虽然篇幅很小。他在《萧条经济学的回归》的序言中写道，“作为一个还算出名的经济学家，我对普通读者不懂的事情（指数学形式的模型推理，见下）十分在行。

确实，我自己和其他经济学家经常使用的这种无人能读懂的东西，对我形成在本书中表达的思想十分重要”。但是“构想一旦形成，我们就可以抛开构造它的方法，用平实的语言表述出来”。在《萧条经济学的回归》中，克鲁格曼运用“国会山保姆公司危机”的浅显例子，说明“好的经济也可能出现衰退的问题”。他辛辣地讽刺那些套话讲了半天，其实什么新东西也没有告诉你的永远立于不败之地的所谓“大师”。他指出，“经济学家使用的理论模型，主要是由数学构成。在通常的情况下，他们的结论可以翻译成为保姆公司那样的故事。如果不能的话，通常是这个理论模型出了问题”。

克鲁格曼的经验之谈，可以说就是我在本节开头建议你试试做数学形式的推理的原因。学会简单的数学形式的推理，你的经济学理解力，就会上升一个层次。许多人觉得，能不能把道理比较显浅地给人家讲清楚，是功力的考验。迪克西特和奈尔伯夫两位教授，功力就相当深厚，他们的《策略思维》就是明证。从数学形式的推导到“话语形式”的解说，这是最难的“翻译”。最难做的，他们已经做了。你在理解他们的解说的基础上试试，可以试试“翻译”回到数学形式的推导。如果你能够重复他们已经做过的数学形式的推理，会有很大好处。



以牙还牙得冠军

前面讲囚徒困境的博弈如果重复又如何的时候，我们知道因为博弈重复，就有报复的机会。报复多多少少总可以说成是一种惩罚，虽然通常报复在字面上和在分量上要厉害一些。

密执安大学的政治学家罗伯特·艾克谢罗德（Robert Axelrod），深入讨论了以牙还牙这种惩罚方式：人家对你怎么做，你也对他们怎么做。为了说明博弈怎么开始，我们需要说得更精确一些：以牙还牙这个策略在开始阶段合作，以后则模仿对手在前一阶段的行动，对手上次对我怎样，这次我就对他怎样。

艾克谢罗德认为，以牙还牙法则体现了任何一个行之有效的策略明显符合的四个原则：清晰、善意、激励性和宽恕性。再也没有什么字眼会比以牙还牙更加清晰、更加简单了。这一法则不会引发作弊，所以是善意的。它也不会让作弊者逍遥法外，因而能够产生激励。但是它也是宽恕的，因为它不会长时间怀恨在心，而是愿意恢复合作，只要作弊者能够改正。“不记仇”，是宽恕性的另一表述。

艾克谢罗德并不仅仅纸上谈兵，而是通过实验证明以牙还牙法则的威力。他设计了一个两人囚徒困境博弈锦标赛。世界各地的博弈论学者以电脑程序的形式提交他们的策略。这些程序两两结对，反复进行150次囚徒困境博弈。参赛者按照最后总得分排定名次。

冠军是多伦多大学数学教授阿纳托·拉普波德（Anatol Rapoport）。他的取胜策略就是以牙还牙。艾克谢罗德对此感到很惊讶。他又进行了一次锦标赛，这次有更多学者参赛。拉普波德再次提交以牙还牙策略，再次夺标。

以牙还牙策略的一个非常引人注目的特征在于，虽然它在整个比赛取得突出的成绩，但是它实际上并没有（也不能）在一场正面较量中击败对手。最好的结果是跟对手打成平局。因此，假如当初艾克谢罗德是按照"赢者通吃"的原则打分，以牙还牙策略的得分怎么也不会超过0.500，更不可能取得最后胜利。

不过，艾克谢罗德没有按照"赢者通吃"的原则给结对比赛的选手打分，只在比赛最后结束时才打点总的得数。以牙还牙策略的一大优点在于，它最坏的结果是以牙还牙策略一直遭到背叛。在这种情况下，对方占了一次便宜，从此打成平局，重复次数越多，双方的得分越接近。以牙还牙策略之所以赢得这次锦标赛，理由是它通常都会竭尽全力设法促成合作，同时避免相互背叛。其他参赛者的策略则要么太轻信别人，一点也不会防范背叛，要么太咄咄逼人，一心要把对方踢出局。

不过，尽管如此，我们仍然认为以牙还牙策略是一个有缺陷的策略。只要有一丁点儿的发生误解的可能性，以牙还牙策略的胜利就会土崩瓦解。这个缺陷在人工设计的电脑锦

标赛中并不明显，因为电脑按照程序“照章办事”，根本不会出现误解。但是，任何具体的人都不是完美的。一旦人们将以牙还牙策略用于解决现实世界的问题，误解就难以避免，结局可能变成一场灾难。

举个例子：1987年，美国就前苏联侦察和窃听设在莫斯科的美国大使馆一事做出回应，宣布缩小在美国工作的前苏联外交官的人数。前苏联的回应是调走前苏联在莫斯科美国大使馆的后勤人员，同时对美国外交使团的规模设置了更加严格的限制。结果是双方都难以开展各自的外交工作。另一个引发一系列以牙还牙行动的例子出现在1988年，当时加拿大发现前来访问的前苏联外交官从事侦察活动，当即宣布缩小前苏联外交使团的规模，而前苏联则以缩小加拿大在前苏联的外交使团的规模作为回报。到了最后，两个国家关系恶化，以后的外交合作也就更是难上加难。

以牙还牙策略的问题在于，任何一个错误都会反复出现，犹如回声振荡。一方惩罚另一方的背叛行为，从而引发连锁反应。对手受到惩罚之后，不甘示弱，进行反击。这一反击招致第二次惩罚。无论什么时候，这一策略都不会接受惩罚而不作任何反击。以色列由于巴勒斯坦发动袭击而进行惩罚，巴勒斯坦拒绝忍气吞声，而是采取报复行动。由此形成中东地区数十年时间的恶性循环，惩罚与报复就这样“自动”地、永久地持续下去。

前面说了以牙还牙这个策略是不记仇的，这从策略本身看得很清楚：以牙还牙策略在开始阶段合作，以后则模仿对手在前一阶段的行动，对手上次对我怎样，这次我就对他怎样。所以，按照这个策略，哪怕对手前面许多次都背叛了我，但是只要上一次

对我好，这一次我就对他好。

明白这一点，就可以想像"记仇"的策略可能是什么样子。例如，在开始阶段合作，以后只要对手有一次背叛，就永远不再和他合作。

人类生活中，也有许多体现"记仇"策略的例子。



以牙还牙策略的一个替代

清晰、善意、激励性和宽恕性这些基本性质，看起来很可能恰好符合任何能将自己解脱出囚徒困境的行为准则的要求。不过，以牙还牙在惩罚一个有过合作历史的人时，显得过于急躁了一些。我们必须找出一个更能区别对待的策略：这一策略应在一个背叛属于例外性质的时候显得宽容一些，更具宽恕性，而在背叛成为规律的时候果断实施惩罚。对合作的“例外的背叛”，也许是偶尔的失误呢？

读者可以考虑遵循以下指导原则，作为迈向这一方向的一个步骤：(1) 开始合作；(2) 继续合作；(3) 计算在你合作的情况下对方看上去背叛了多少次；(4) 假如这个百分比变得令人难以接受，转向以牙还牙策略。注意，与以前不同，以牙还牙策略不是作为对良好行为的一个奖赏，反过来，却是对方企图占你便宜而面临的惩罚。

要想确定令人难以接受的背叛的百分比，你必须了解对方行为的短期、中期和长期历史。仅有长期历史并不足够。一个人合

作了很长时间并不意味着他不会在声誉开始下降的时候企图占你的便宜。你还要知道“最近你都对我做过什么”。

这里有该策略的一个例子，更具善意，更具宽恕性，没有那么大的刺激性，比以牙还牙策略复杂一点。从合作开始，如此继续下去，直到下面四个“检验情况”有一个已经发生：

● 第一印象：第一轮就背叛绝对不可接受，转向以牙还牙策略。

● 短期：任何三轮当中出现两次背叛也是不可接受的，转向以牙还牙策略。

● 中期：过去 20 轮当中出现 3 次背叛也是不可接受的，转向以牙还牙策略。

● 长期：过去 100 轮当中出现 5 次背叛也是不可接受的，转向以牙还牙策略。

以牙还牙策略的惩罚不必永远持续。记录对方符合上述 4 个测试的频率。出现第一次背叛之后，进行 20 轮以牙还牙的“回声”惩罚（可以看做一般的相互报复），然后改为合作，同时要留“案底”，将对方置于“观察期”，严密监视，并且将中期和长期测试当中可能允许出现的背叛次数减 1。假如对方在“观察期”内的背叛次数没有达到这一数字的一半，你就可以将他的背叛记录清洗为零，重新开始计算。假如对方在“观察期”内犯规，那就采取以牙还牙策略，永远如此。注意，“观察期”判断是否犯规，“容错区间”比过去时候是严厉了，只有原来的一半那么大小。

上面未加说明就出现了“容错区间”这样一个术语，但是基

于以牙还牙替代策略的具体例子，相信读者自己已经悟出“容错区间”大小的意义。容错区间大，比较宽容；容错区间小，比较严厉。

按照容错区间的说法，四种诚意检验之中的头一个，即第一轮就背叛绝对不可接受、马上转向以牙还牙策略，这个容易理解。第一轮就背叛，背叛率百分之百，岂能不惩罚？虽然说头一次就失误不是不可能，但是头一次参加博弈，人们多半格外小心，失误率应该很小很小才对。不该失误而失误，只能怨自己。何况，真是头一次就失误而遭到惩罚，以后小心一些，按照现在修正过的策略，还有补救机会，只不过小心的时间需要长一些而已，这也可以说是初战大意的必要代价。

比较“短期”检验，即任何三轮当中出现两次背叛就转向以牙还牙策略，“中期”检验，即过去 20 轮当中出现 3 次背叛就转向以牙还牙策略，和“长期”检验，即过去 100 轮当中出现 5 次背叛就转向以牙还牙策略，可以发现越是长期、以几率形式表现的容错区间越小。“短期”，是 2/3；“中期”，是 3/20；“长期”，是 5/100，即 1/20。越是长期容错区间越小，是应该的。因为越是长期，人们的“德性”能够越是稳定地得到检验。

总的来说，对于第一印象检验以及短期、中期和长期印象检验，其确切规则取决于错误或误会发生的几率、你对未来收获和目前损失的重要性的看法等等。不过，在这并不完美的现实世界，这种策略很可能胜过以牙还牙策略，因为按照以牙还牙策略，一次不经意的失误，将引发无休止的循环报复。

必须记住，新策略的一个重要原则是，假如有可能出现误会，你不要对你看见的每一次背叛进行惩罚。你必须猜测一下是

不是出现了失误或者误会，不管这个误会来自你还是你的对手。这种额外的宽恕性固然使别人可以稍微对你作弊，不过，假如他们真的作弊，他们也会赔上自己的善意。一旦出现长久的“误会”，你再也不会听之任之。所以，如果你的对手有投机倾向，他终将自食其果。



如果必须冒险，不妨先去冒险

除了上面这些以外，迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》还讲了下面这么一个故事：

在1984年的美国橄榄球决赛中，一直战无不胜的内布拉斯加谷物去皮者队与曾有一次败绩的迈阿密旋风队狭路相逢。因为内布拉斯加队晋身决赛的胜负战绩比迈阿密队高出一筹，所以他们只要打平，就能以名列第一的成绩结束整个赛季。

不过，在第四节，内布拉斯加队以17：31落后。接着，他们发动一次反击，成功触地得分，将比分追至23：31。这时候，内布拉斯加队的教练汤姆·奥斯波尼面临一个重大的策略抉择。

这里需要最简单地说明橄榄球比赛的有关规则：只要进攻方的球没有被抢断，那么如果攻方持球队员被守方按倒在地，下一次进攻就从这个距离开始。一次一次进攻以后，如果攻方队员成功持球跑过端线并且将球触地，进攻方在这一轮就得6分。这时，触地得分的攻方还有一次机会从距离端线只有2½码的标记处开球。该队可以选择传球或者带球突破端线，再得2分，或者

采用一种不那么冒险的策略，将球直接踢过端线树立的球门柱之间，再得1分。

对于必须在多少次进攻中得分，有详细的规定；连续进攻多少次但是进展太少，会被判为这一轮进攻失败。这些就不介绍了。另外，在整个攻防过程中，如果守方成功地抢截到进攻方的球，则攻防易位，守方可以即时改为进攻。

奥斯波尼选择安全至上，内布拉斯加成功射门得分，比分改写为24：31。他们继续全力反击。在比赛最后阶段，他们最后一次触地得分，比分是30：31。只要再得一分，他们就会战平对手，取得冠军头衔。不过，这样取胜总不大过瘾。为了漂亮地拿下冠军争夺战，奥斯波尼认为他应该在本场比赛也取胜。

就是这样，内布拉斯加队决定要用得两分的策略胜得这局比赛。想不到，攻击手接到球，却没能冲击得分。结果，内布拉斯加队功败垂成，迈阿密队赢得了这场比赛。

这样，迈阿密队与内布拉斯加队以同样的胜负战绩结束全年比赛。但是由于迈阿密队击败了内布拉斯加队，最终获得冠军的是迈阿密队。

次日出版的许多橄榄球评论文章都指责奥斯波尼不应该贸然求胜，没有稳妥求和。但是，他们没有抓住问题的关键。核心问题在于，在奥斯波尼一心求胜甘愿冒更大风险的前提下，他选错了策略。既然一心求胜，教练奥斯波尼本来应该在上一轮先尝试比较冒险的得两分的策略，假如冒险成功了，下一轮再用得一分的保守策略，这时候他们得一分当然是赢，不再得分的话这一场球就平，整个比赛按得失场次还是他们赢。假如上一轮冒险不成功，还有一次冒险的机会，如果成功就平了这场球，仍然赢得

冠军。

让我们更仔细地研究这个案例。在落后 14 分的时候，他知道他至少还要得到两个触地得分外加两分。他决定先尝试得一分的策略，再尝试得两分的策略。假如两个尝试都成功了，那么使用两个策略的先后次序则无关紧要。假如得一分的策略失败，而得两分的策略成功，先后次序则仍然无关紧要，这场比赛还是以平局告终，内布拉斯加队赢得冠军。先后次序可能影响战局的惟一机会，在于内布拉斯加队尝试得两分的策略没有成功。假如实施奥斯波尼的计划，这将导致输掉决赛以及冠军锦标。相反，假如他们先尝试得两分的策略，那么，即便尝试失败，他们仍然未必输掉这场比赛。他们仍然落后 23：31。等到他们下一次触地得分，比分就会改为 29：31。这时候，只要他们尝试得两分的策略得手，比赛就能打成平局，他们就能赢得冠军头衔！

一句话，只要原来准备一次保守一次冒险，那么如果内布拉斯加队等到第二次触地得分以后尝试得两分的策略失败，他们就会马上输掉这场比赛；而如果他们第一次尝试得两分的策略失败，他们仍然有机会打平，因为他们可以第二次冒险。即便成功的机会可能因为压力很大变得渺茫，有机会还是比没有机会强。

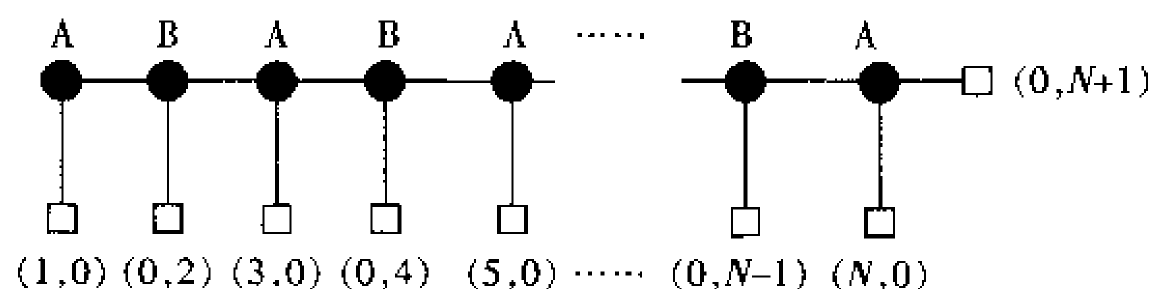
这个故事告诉我们，如果你不得不冒一点风险，通常都是越早冒险越好。这个“原理”，在网球选手看来真是再明显不过了：网球是双发然后易手的，网球选手都知道应该在第一发球的时候冒风险，发得越刁越好，发刁球成功得分机会很大。而第二发球则要相对谨慎，因为一旦失误马上失分。这样安排发球策略，就算你一发失误，比赛不会就此结束。事实上，你仍然有时间考虑选择其他策略，站稳脚跟，甚至一举领先。



博弈论向自己出难题

前面说过，博弈的展开式表示，也叫博弈树。“树”是数学概念。由“节点”和“棱”（即连接节点的线段）组成的几何对象，称为“图”。“树”是一种特殊的图，是可以分叉往一个方向生长，但是不打圈回头的图。

但是树不一定要对称。下面就是一颗“半拉子”往右伸展不对称的博弈树，像藤一样的博弈树，其中的黑圆点和空心方块都是节点。黑圆点是决策节点，空心小方块是树的末端点。最左边的那个决策点，是这颗树的“根”，整个博弈从这个根开始（见下图）。



蜈蚣博弈

这个博弈和本节的另外一个博弈的博弈树，都像一条百足虫，像一条蜈蚣（centipede）。所以，这种博弈也叫做蜈蚣博弈。

为了理解这个博弈，你可以想像有人主持A、B两人做博弈游戏，决策点上面写谁就是论到谁决策。一开始，A决策。如果A决策结束游戏，得1，B得0；A不结束游戏，就轮到B决策，这时如果B决策结束游戏，B得2，A得0；B不结束游戏，则又轮到A决策。所以你看，两人轮流决策，奖赏越来越大，谁决策结束游戏，谁就得到全部奖赏，而对方什么也得不到。假定$n=9\,999$，那么如果玩到第9 999次A还不结束游戏，游戏就要强制结束，B得到10 000，A得0。

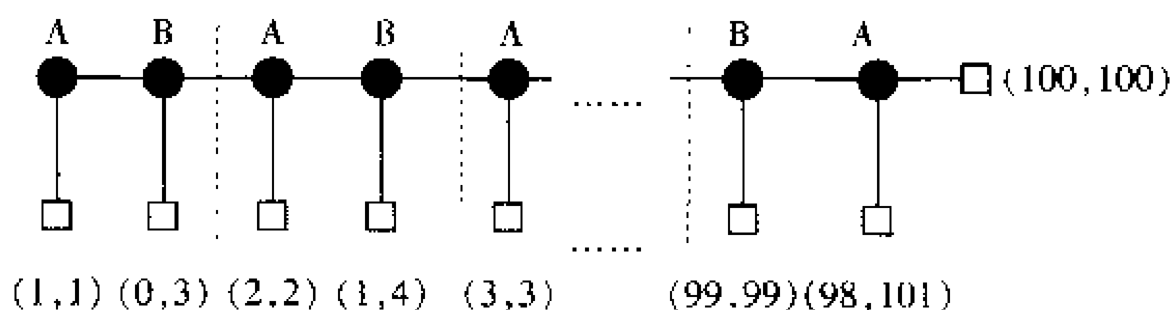
这个博弈的结果如何呢？因为它是轮流决策的有限次结束的博弈，我们可以用倒推法来做。在第9 999次，A想：如果我不决策结束，B就会得到全部奖赏10 000，我什么也没有，而且再也没有机会。所以，为自己的利益A是一定要决策结束的。可是A根本没有这样决策的机会，因为在此之前的第9 998次，B想：如果我不决策结束，下一轮A一定要决策结束，他会得到9 999，我什么也得不到。所以，为自己的利益，如果轮到B在第9 998次决策，他一定决策结束。可是B也没有这样的机会，因为如果A能在第9 997次决策，A也要马上结束。这样一步一步倒推回去，最后的结果，就是A在第一次决策时马上决策结束游戏，自己得到可怜的1，而B更惨，只得0。

如果你是A或B，你会一有机会就马上结束这个游戏吗？这是完全信息的动态博弈，前景可能怎样，是完全清楚的。明明是玩得越久奖赏越高，可是私利作怪，似乎轮到谁决策谁就要结束，所以一开始玩就要结束，牺牲了获取10 000的机会。也许

两人可以订立协议，一直不结束，最后主持者给B的10 000元，由两家私下平分。可是这样一来，就不是非合作博弈了。再说，如果当局宣布任何这样的协议都属违法，你看游戏会如何进行？

博弈论常常给自己出这样的难题，以促使对理论和方法的反思。

只要结束游戏就一个人得到全部奖赏，看起来太严酷。那么再举一个不那么严酷的例子，双方都得到奖赏，而且总体上说奖赏越来越高。规则是这样：A、B两次决策为一组，第一次若A决策结束，A、B都得n，第二次若B决策结束，A得$n-1$而B得$n+2$；下一轮则从AB都得$n+1$开始。一共玩100次。一直不结束，则各得100（见下图）。



另一种蜈蚣博弈

如果你会倒推论证，就知道如果两人"彻底理性"，也就是说两人都斤斤计较，那么博弈的结果仍然是"一开始，就结束"，两人各得1。请你完成这个推理。

他们都为眼前的蝇头小利抢先结束游戏，牺牲获得很大的好处的机会。人类行为是这样的吗？博弈论向自己提出这样的问题，也向整个经济学提出这样的问题。



别人的信封总是更诱人

赌博的要害，在于一人之得意味着另一人之失。因此，在参加一场赌博之前，非常重要的一点是从对方的角度对这场赌博进行评估。理由在于，既然对方愿意参加这场赌博，他们一定认为自己可以取胜，这就意味着他们一定认为你会输。

可是你也这么想，不然你不会参与这场赌博。这样看来，你们双方总有一个人想错了。不过，究竟是谁想错了呢？问题就在这里。

下面这个案例，分析探讨一个看来对双方都有利的赌博。事实上赌博当然不可能对双方都有利，这是我们都清楚的事情。那么，毛病究竟出在哪儿呢？

现在有两个信封，每一个包含一定数量的钱；具体数目可能是 5、10、20、40、80 或 160 美元，而且大家都知道这个规矩：从 5 开始，逐次加倍产生这些数目，直到 160 为止。同时，我们还被告知，一个信封装的钱恰好是另一个信封的 2 倍。游戏是这

样玩的：我们把两个信封打乱次序，一个交给阿里小姐，一个交给巴巴先生。两个信封打开之后（但里面的数目只有打开信封的人知道），阿里和巴巴还有一个交换信封的机会：假如双方都想交换，我们就让他们交换。

假定巴巴打开他的信封，发现里面装了 20 美元。他会这样推理：阿里得到 10 美元和 40 美元的概率是一样的。因此，假如我交换信封，期望回报等于（10＋40）/2＝25 美元，大于 20 美元。对于数目这么小的赌博，这个风险无关紧要，所以交换信封看来符合我的利益。

运用同样的推理，阿里也想交换信封，无论她打开信封发现里面装的是 10 美元（她估计他要么得到 5 美元，要么 20 美元，期望值为 12.50 美元）还是 40 美元（她估计他要么得到 20 美元，要么得到 80 美元，期望值为 50 美元）。

你看，双方都希望交换信封，双方都期望交换信封会提高自己的收益。哈哈，别人的信封总是更诱人！

这里肯定出了什么问题。道理很简单：双方交换信封不可能使他们的结果都有所改善，因为用来“分配”的钱并不因为交换信封一下子就变多了。推理过程在哪里出了错呢？阿里和巴巴是否都应该提出交换呢？阿里或巴巴是否有一方应该提出交换呢？

这个精彩博弈，还是出自迪克西特和奈尔伯夫的博弈论通俗读物《策略思维》。让我们沿着迪克西特和奈尔伯夫的思路，看看问题的症结在哪里。下面要说明，假如阿里和巴巴都是理性的，而且估计对方也是这样，那就永远不应该发生双方都希望交换信封的事情。

前面推理过程的瑕疵，在于不知不觉就假设了对方交换

信封的意愿不会泄露任何信息。我们只要通过进一步考察一方对另一方思维过程的看法，就能解开这个问题。首先，我们从阿里的角度思考巴巴的思维过程。然后，我们从巴巴的角度想像阿里可能怎样看待他。最后，我们回到阿里的角度，考察她怎样看待巴巴和怎样看待阿里对自己的看法。其实，这听上去比实际情况复杂多了。可是按照这个分析，每一步都不难理解。

假定阿里小姐打开自己的信封，发现里面有 160 美元。遇到这种情况，她知道她得到的数目已经最大，她也就不愿加入交换。既然阿里在她得到 160 美元的时候不愿交换，巴巴先生应该在他得到 80 美元的时候拒绝交换，因为阿里惟一愿意跟他交换的前提是阿里得到 40 美元，但若是遇到这种情况，巴巴一定更想保住自己原来得到的 80 美元。不过，如果巴巴在他得到 80 美元的时候不愿交换，那么阿里就不该在她得到 40 美元的时候提出交换信封，因为交换只会在巴巴得到 20 美元的前提下发生。现在我们已经到达上面提出问题时的情况。如果阿里在她得到 40 美元的时候不肯交换，那么，当巴巴发现自己的信封里有 20 美元的时候，交换信封不会有任何好处；他一定不肯用自己的 20 美元交换对方的 10 美元。惟一一个愿意交换的人，一定是那个发现信封里只有 5 美元的人，不过，当然了，这时候对方一定不肯跟他交换。

说到底，如果游戏双方都具有“多看几步”的理性思维能力，那么提出希望交换信封的那个人的信封，一定不如对手的信封那么诱人！因此，要么两人都不想交换信封，要么只有一方希望交换信封但是对方从这个提议已经判断自己的信封更加诱人。

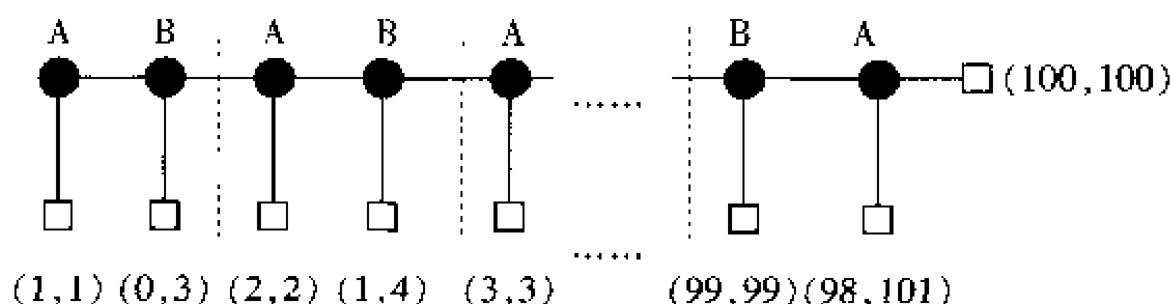
这样，交换也就不会发生。

学过中级水平的微观经济学的同学，都知道期望效用、期望收益、期望回报的概念，以及运用期望来推理的方法。我在这里借“信封故事”给这些同学出一个思考题：上述巴巴和阿里“因为交换的期望回报比手持的数额大所以都想交换信封”的推理，在什么地方出了毛病？



精明过头没好处

上次我们讲了“另一种蜈蚣博弈”，A、B轮流决策是否结束游戏的博弈，如果你决策不结束，下次别人决策结束的话，他的得益升2，而你的得益降1。这样玩下去，因为每次升2降1，总的来说两人的奖赏都越来越高，但是每次谁决策不结束，都面临对方下次结束使自己损失1的风险（见下图）。运用倒推论证，就知道如果两人“彻底理性”、斤斤计较，博弈的结果就是牺牲很大的好处而抢先结束游戏。这是私利遮目，丧失大好机遇的例子。



另一种蜈蚣博弈

即使是二人同时决策，博弈论也为我们提供了警示世人别太“精明”的例子：两个旅行者从一个以出产细瓷花瓶著名的地方旅行回来，他们都买了花瓶。提取行李的时候，发现花瓶被摔坏了。他们向航空公司索赔。航空公司知道花瓶的价格总在八九十元的价位浮动，但是不知道两位旅客买的时候的确切价格是多少。于是，航空公司请两位旅客在100元以内自己写下花瓶的价格。如果两人写的一样，航空公司将认为他们讲真话，于是按照他们写的数额赔偿；如果两人写的不一样，航空公司就论定写得低的旅客讲的是真话，并且原则上照这个低的价格赔偿，但是对讲真话的旅客奖励2元钱，对讲假话的旅客罚款2元。

就为了获取最大赔偿而言，本来甲乙双方最好的策略，就是都写100元，这样两人都能够获赔100元。可是不，甲很聪明，他想：如果我少写1元变成99元，而乙会写100元，这样我将得到101元。何乐而不为？所以他准备写99元。可是乙更加聪明，他算计到甲要算计他写99元，“人不犯我，我不犯人，人若犯我，我必犯人”，他准备写98元。想不到甲还要更聪明一个层次，计算出乙要这样写98元来坑他，“来而不往非礼也”，他准备写97元。……大家知道，下象棋的时候，不是说要多“看”几步吗，“看”得越远，胜面越大。你多看两步，我比你更强多看三步，你多看四步，我比你更老谋深算多看五步。在花瓶索赔的例子中，如果两个人都“彻底理性”，都能看透十几步甚至几十步上百步，那么上面那样“精明比赛”的结果，最后落到每个人都只写一两元的田地。事实上，在彻底理性的假设之下，这个博弈惟一的纳什均衡，是两人都写0！

这就是哈佛大学巴罗教授提出的著名的“旅行者困境”(travelers' dilemma)。一方面，它有启示人们在为私利考虑的时

候不要太“精明”，告诫人们精明不等于高明，太精明往往会坏事；但是另一方面，它对于理性行为假设的适用性提出了警戒：有了这个假设，我们就可以按照这个明确的比较取舍标准来进行推理，但是推断出来的结论是否符合实际，依赖于应用“理性行为”假设的程度。如果你的论证像“旅行者困境”那样，假设当事人彻底理性，能够算计到十几步甚至几十步，那么你推论出来的结果，未必符合现实。大家知道，理性行为假设是讨论消费者和企业这些经济主体人的行为的基本假设。所以经济学在理性行为假设之下得到的结论是否符合实际，还要进行另外的分析。在这个意义上，“旅行者困境”是所有博弈论学者甚至所有经济学者必须面对的困境。

困境说起来不好听，那我们就把它称为难题。上次说过，博弈论经常给自己出难题。“旅行者困境”就是一个例子。历史上，经济学一直从自我解答难题中得到提高和发展。例如在商品的价格由什么决定这个根本性的问题上，善良的人们曾经设想越有用的东西应该越贵，后来思考最有用的水反而比较便宜这个难题，才明白价格并不由商品的使用价值来决定；善良的人们又曾经设想越难生产出来的东西应该越贵，后来思考印坏了的错版邮票反而更贵、思考为什么“疯狂的君子兰”泡沫可以把原来几元钱一株的君子兰哄抬到几万元的难题，才使人明白价格并不由商品所包含的劳动价值来决定。

博弈论也一定会在面对这些困境、思考这些难题中前进。



68 串谋博弈实验

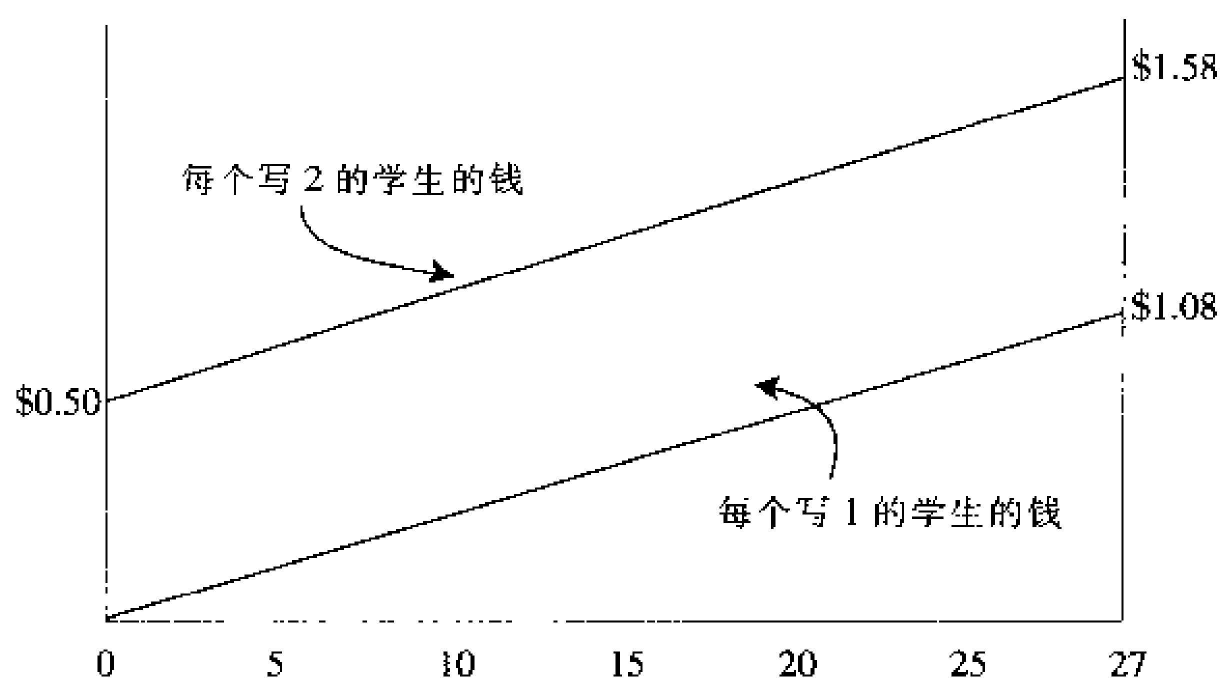
经济学中的理性行为假设或者经济人假设，实际上是“彻底理性”假设。“旅行者困境”启示我们思考理性假设的合理性，导致“有限理性”的理念和“行为经济学”的诞生。在这个过程中，经济学实验的作用功不可没。经济学实验常常找学生做。我们先讲下面的实验，算是给大家热身。

迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》，据《华尔街日报》1986年12月5日的文章，分析了美国得克萨斯州A&M大学一位教授做的一个博弈论实验。教授让自己班上的27名学生进行一个博弈，这个博弈将他们引入囚徒困境。

假设每一个学生都“拥有”一家企业，现在必须决定自己应该生产比较少的1来帮助“市场”维持较高价格，还是生产比较多的2来挤压别人以换取自己之得。根据愿意选择1的学生总数，实验参加者的收入会按照下页表的方式分配给每个学生。

选择 1 的学生总数	选择 1 的学生得到	选择 2 的学生得到
0		0.50 美元
1	0.04 美元	0.54 美元
2	0.08 美元	0.58 美元
3	0.12 美元	0.62 美元
……	……	……
25	1.00 美元	1.50 美元
26	1.04 美元	1.54 美元
27	1.08 美元	

换用下图，我们可以看得更加清楚，数量关系更加明显：



现在说说作为博弈规则的这种"收入分配"的大体合理性。不管多少人选择 1，每个选择 2 的学生总比选择 1 的学生多得 50 美分。这是因为他们"生产"一样的产品，他们就靠这个产品赚钱，所以生产多的总是赚得比较多的钱。不过，选择 2 的人越

多，这种商品就越不值钱，从而他们的总收益就会越少。这里要注意，按照规则，最少的产量是每人都选择 1 的产量。我们不妨设想它是总收益最大化的产量，于是总收益随着选择产量 2 的人数的增加而单调下降。具体数据是这样的：假设全体 27 名学生一开始都选择 1，那么他们各得 1.08 美元。假设有一个人打算偷偷改变决定，选择 2，那么，选择 1 的学生就有 26 名，各得 1.04 美元，比原来少了 4 美分，但那个改变主意的学生就能得到 1.54 美元，比原来多了 46 美分。自此以后，每多一个学生选择 2，选择 1 的和选择 2 的学生的收入都减少 4 美分。

你看，这个"收入分配"规则，相当好地"模拟"了市场的奖罚机制：生产越多，商品的市场价格越低；市场份额越大，相对收入越高。

事实上，按照这个规则，不但选择 2 的总比选择 1 的"收入"高，而且一个参与者从选择 1 改为选择 2，虽然拉低了总收入，但是他自己的"收入"一定增加。由此可见，选择 2 是一个优势策略。不管最初选择 1 的学生总数是多少，每一个改选 2 的学生都会多得 46 美分，同时使他的 26 个同学每人少得 4 美分，因此全班"总收入"少得 58 美分。等到全体学生因为尽可能使自己的收益达到最大，一致选择 2 这个自私的策略，他们将各只得 50 美分。反过来，假如他们明白事理，协同行动，都坚守产量 1 的"利他"策略，他们将各得 1.08 美元，比大家都采取产量 2 这个"自利"策略之所得高很多。

你猜想这个实验博弈的结果会是怎样？

据报道，进行这个博弈的时候，起初不允许集体讨论，后来允许一点讨论，以便达成"合谋"，愿意合作而选择 1 的学生总数从 3 到 14 不等。在允许集体讨论允许成立（口头）协议的最

后一次博弈里，选择 1 的学生总数是 4，全体学生的总收益是 15.82 美元，比全体学生成功合作可以得到的收益少了 13.34 美元。

据说，面对这样的结果，领导合谋的学生嘟囔说："我这辈子再也不会相信任何人了。"有趣的是，当别人问他自己选择了什么的时候，他痛快地亮出了自己的恶作剧："噢，我选了 2。"

许多经济学实验都是从博弈论开始的。在这个意义上，实验经济学与博弈论可以说确有不解之缘。2002 年度的诺贝尔经济学奖，部分授予实验经济学的开创性研究，体现学界对经济人假设即理性行为假设的关切。



实验博弈又一例：1美元的价格

耶鲁大学教授马丁·舒比克（Martin Shubik）设计了下面这个游戏：一名拍卖人拿出一张1美元钞票，请大家给这张钞票开价；每次叫价的增幅以5美分为单位；出价最高者得到这张1美元钞票，但出价最高和次高者都要向拍卖人支付出价数目的费用。

这是一个陷阱游戏。教授们在课堂上做实验，跟毫不怀疑的本科生们玩这个游戏，很是赚了一点钱，至少可以在教工俱乐部吃一两次午饭。假定目前的最高叫价是60美分，你叫价55美分，排在第二位。排头那位铁定赚进40美分，而你却铁定要丢55美分。如果你追加10美分，叫出65美分，你就可以和他掉转位置。注意，哪怕领先的叫价已经到达3.60美元而你的叫价3.55美元排在第二位，这一规则仍然适用。如果你不肯追加10美分，“胜者”会亏2.60美元，而你要亏3.55美元。

你打算怎么玩这个游戏?

这是所谓“光滑斜坡”陷阱“理论”的又一个例子。什么叫

做“光滑斜坡”理论，我们不展开了，有兴趣的读者可以看迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》。光滑斜坡理论是这样一个模型：一旦你开始向下滑，你就很难回头。所以，最关键的是不要迈出第一步，除非你已经知道自己最后会滑落到哪里。现在我们暂且这样略略体味一下吧。

这个游戏或博弈其实是有一个均衡的，那就是一个人从1美元开始叫价，没有别人追加叫价。这样，教授们也就赚不到便宜了。不过，假如起拍价低于1美元又如何？这时候，剩余空间是有诱惑力的。诱惑力驱使之下，层层加价可是没完没了，惟一的上限就是你钱包里的美元数目。因为你在掏空钱包之后只得退出竞争。

下面，我们运用倒推法分析这个博弈。

假定艾利和约翰是两个学生，现在参加舒比克的上述1美元拍卖。每人各揣着2.50美元，而且都知道对方兜里有多少钱。为了简化叙述，我们改以10美分为叫价单位。

我们从末端倒推回来，如果艾利叫了2.50美元，他将赢得这张1美元钞票（同时亏了1.50美元）。如果他叫了2.40美元，那么约翰只有叫2.50美元才能取胜。因为多花1美元去赢1美元并不划算，所以如果约翰现在的叫价是1.50美元或以下，艾利只要叫2.40美元就能取胜。

如果艾利叫2.30美元，上述论证照样行得通。约翰不可能指望叫2.40美元就可以取胜，因为艾利一定会叫2.50美元进行反击。要想击败2.30美元的叫价，约翰必须一直叫到2.50美元。因此，2.30美元的叫价足以击败1.50美元或以下的叫价。同样，我们可以证明2.20美元、2.10美元一直到1.60美元的叫价可以取胜。如果艾利叫了1.60美元，约翰应该预见到艾利

不会放弃，一定会拼到叫价升上2.50美元不可。问题在于艾利固然已经铁定损失1美元60美分，不过，这1美元60美分已经是沉没成本，他应该把它忘掉，着眼点是现在再花90美分赢得那张1美元钞票还是划算。

由此可见，在这个博弈中，第一个叫价1.60美元的人胜出，因为这一叫价发出了一个信号，建立了一个承诺，表现了一个决心，即他一定会坚持到2.50美元。所以，我们在思考的时候，应该将1.60美元和2.50美元的叫价等同起来，视为制胜的叫价。要想击败1.50美元的叫价，只要追叫1.60美元就够了。

其实只要叫价70美分就能做到这一点。为什么？因为一旦有人叫70美分，而别人已经超过这个数目，那么他的70美分已经变成沉没成本。在这种情况下，一路坚持到1.60美元而确保取胜，对于他是划算的，道理是以90美分博取1美元。明白了这一切以后，叫价60美分或以下的对手，就会知道继续跟进将得不偿失。

我们可以预计，约翰或艾利一定有人叫到70美分，然后这场拍卖就会结束。虽然参与人的"预算"数目可以改变，上述结果却并不取决于只有两个叫价者的前提。哪怕钱包里的预算不同，倒后推理仍然可以得出上述答案。

值得注意的是，上述推理很关键的一点是谁都知道别人的预算是多少。如果不知道别人的预算，推理就相当困难。可以猜到的结果是，均衡只存在于我们在附录一讲到的"混合策略"之中。

当然，对于学生们而言，还有一个更简单也更有好处的解决方案，那就是串通一气。如果叫价者事先达成一致，选出一名代表叫10美分，谁也不再追加叫价，全班同学就可以分享那90美分的利润。

你总不至于把这个例子当成耶鲁大学的本科生都是傻瓜的证明吧。其实，超级大国之间的核装备升级过程，就很有上面那样傻拼的味道。双方都要付出亿万美元的代价，为的是博取区区“1美元”的胜利。这时候，平常贬义的“串通一气”，意味着人们向往的“和平共处”，是一个更有好处的解决方案。



孩子被绑票，付不付赎金

要是一个歹徒劫持了你的孩子，威胁你如果不付赎金的话就把他杀死，你怎么办？

如果能够把孩子赎回来，你自然宁愿付赎金，就是倾囊而出也在所不惜。可是你也非常担心歹徒还是要把你的孩子杀死，比方说出于不留证人做后患的考虑。

从博弈论的角度看，此时你有两个策略可供选择，付赎金和不付赎金。歹徒也有两个策略，即杀死或者释放人质。因为歹徒是依据你的行动来决定自己的行动，所以在这个博弈中你先行，他后动。

站在你的立场，把四种可能的结局从好到坏排起来，最好的得最高分，排列如下。其中最坏的得1分，而不是负数，只是为了书写方便。

一、我不付赎金，歹徒放人，得4分；

二、我付了赎金，歹徒放人，得3分；

三、我不付赎金，歹徒撕票，得2分；

四、我付了赎金，歹徒仍然撕票，得1分。

你不很清楚歹徒对这四种可能结果排序如何，暂时假定是下面这个样子：

一、得到赎金，于是放人，得4分；

二、得到赎金，照样撕票，得3分；

三、没得到赎金，没办法还是放人，得2分；

四、没得到赎金，不客气杀人，得1分。

这样，我们可以形成讨论这个案例的博弈，如下图的矩阵。看起来，虽然这个歹徒把讹诈赎金放在第一位，但似乎还没有丧尽天良，因为对于你的每一种做法，他都把放人排在杀人前面。也许你可以猜想他担心如果撕票以后被抓住的话会判很重的罪，谁知道呢，不过把放人排在杀人之前，总是比较好。在这个博弈中，付钱是家长的劣势策略，撕票是歹徒的劣势策略，所以家长不付钱、歹徒放人，是惟一的纳什均衡。

未尽天良的歹徒

家长	撕票	放人
付钱	1, 3	3, 4
不付	2, 1	4, 2

赎金博弈（一）

假定歹徒对四种可能结果的排序不是4—3—2—1，而是3—4—1—2，即：

一、得到赎金，于是放人，得3分；

二、得到赎金，照样撕票，得4分；

三、没得到赎金，没办法还是放人，得1分；

四、没得到赎金，不客气杀人，得2分。

如果这样，那么他是非常凶残的歹徒，因为对于你的每一种做法，他都把杀人排在放人前面。你可以设想歹徒非常老练，能够隐蔽自己，虽然向你讹诈，但是你不知道他是谁。因此不管讹诈是否成功，出于自己将来不被证人指证的考虑，最后他总要杀人灭口。这时候，付钱仍然是家长的劣势策略，但是撕票变成是歹徒的优势策略。所以，家长不付钱、歹徒撕票，是惟一的纳什均衡（见下图）。

非常凶残的歹徒

家长	撕票	放人
付钱	1，4	3，3
不付	2，2	4，1

赎金博弈（二）

再如果歹徒对四种可能的结果排序为4—3—1—2，即：

一、得到赎金，于是放人，得4分；

二、得到赎金，照样撕票，得3分；

三、没得到赎金，没办法还是放人，得1分；

四、没得到赎金，不客气杀人，得2分。

这样的话，那么歹徒的压倒性的目标就是讹诈赎金。如果你给钱"私了"，他就放人，以免杀人把事情闹大，难以逃脱警方

的制裁：如果你不给钱，他的目的达不到，就要撕票。这样，付钱仍然是家长的劣势策略，先把他消去，剩下来，放人就成了歹徒的劣势策略，应该消去。所以家长不付钱、歹徒撕票，还是惟一的纳什均衡（见下图）。

收钱了事的歹徒

家长	撕票	放人
付钱	1 3	3 4
不付	2 2	4 1

赎金博弈（三）

你觉得哪种情况比较符合实际？

很抱歉让你面对残忍的故事。但是我们愿意指出，歹徒绑票案其实还有好几种情况有待分析。如果你的心理不会因此受到损伤，不妨自己试试。



如何确定歹徒的类型

上次我们讲到要是歹徒劫持了你的孩子，威胁你如果不付赎金的话就把他杀死。那么你的立场，当然是孩子被释放第一。在孩子被释放的前提下，两相比较，则当然应该是不付赎金最好；在孩子被撕票的情形，两相比较，应该也是不付赎金为好，虽然这个“道理”当事人作为被绑票的孩子的家长，很难听得进去。这也难怪，丧失理性的时候，当事人不知道自己的利益在哪里。但是，这个排列次序，不需要太多的理性，当事人一时反感，情有可原，但是旁观者清，任何局外人都不会不同意。

可见对于当事人来说，如下排序基本合理：不付赎金，歹徒放人，算 4 分；付了赎金，歹徒放人，算 3 分；不付赎金，歹徒撕票，算 2 分；付了赎金，歹徒仍然撕票，算 1 分。事实上，你想不出别的排列次序能够说服别人。

歹徒的偏好排序怎样，就不那么简单，至少可以想像上次说过的三种类型的情况：

（1）未尽天良的歹徒：赎金第一、放人第二。这样，得到赎

金，于是放人，算 4 分；得到赎金，照样撕票，算 3 分；没得到赎金，没办法还是放人，算 2 分；没得到赎金，报复杀人，算 1 分。

(2) 非常凶残的歹徒：赎金第一，杀人灭口第二。这样，得到赎金，于是杀人，算 4 分；得到赎金，于是放人，算 3 分；没得到赎金，当然杀人，算 2 分；没得到赎金，却要放人，算 1 分。

(3) 收钱了事的歹徒：赎金第一，不然就不客气。这样，得到赎金，于是放人，算 4 分；得到赎金，照样撕票，算 3 分；没得到赎金，不客气杀人，算 2 分；没得到赎金，却要放人，算 1 分。

第三种排列次序，似乎最可信。实际上，所有绑票者的威胁语言都是这个样子：给钱就放人，不然就撕票。这样说，应该就只有第三种类型的绑票者了。情况真的是这样吗？或者说，绑票者的话都可信吗？

这里我们要注意，绑票要成功，一定要有“宣传”配合，除非他只是为了杀人。绑票者常用以下两种说法力图使当事人相信他们的威胁：

1. 我本性是好的，但太缺钱了，所以好不起来。“做好人”对于我来说是奢侈品，如果你付足赎金，我有了很多钱，我一定做好人，当然会放你的孩子。

2. 没有什么本性好不好这回事，我就是要钱。记住，给钱就放人，不然就不客气。

第一种宣传使我们想起慕尼黑谈判，当初希特勒就是这样说

的："把捷克斯洛伐克给我，我就不再提任何领土要求。"永远手提雨伞的英国首相张伯伦，居然会相信希特勒的话，把捷克出卖给法西斯德国。当他手提雨伞坐飞机回到伦敦的时候，天真地在机场对人们说："我们换得了30年的和平!"但是慕尼黑协定的墨迹未干，希特勒就又向欧洲大国英国和法国提出对波兰的领土要求。哪里有什么"钱多了才能表现出来"的好人本性!

慕尼黑谈判的教训太深，是博弈论讲不完的话题。张五常先生迄今对博弈论持完全否定的态度，但是他难得地推崇的洛杉矶加州大学读书时的四位老师，其中一位是赫胥雷弗（Jack Hirshleifer）教授，赫氏就一直研究博弈论，特别是在2001年，还在《美国经济评论》上发表用博弈论方法分析张伯伦的绥靖政策的论文。可以说，张伯伦一点博弈论的意识也没有，其结果，是第二次世界大战的爆发和3 000万人丧失生命。

我们在附录三还将讨论慕尼黑谈判的教训。



威胁和承诺是否可信

在绑票案中，绑匪通常不会说什么“我本性是好的，但太缺钱了。如果你付足赎金，我当然会放人”这样的话。最常用的威胁是：“我就是要钱。给钱就放人，不然就不客气。”这种威胁方式体现了绑匪要建立他“言出必行”的“绑票信用”的意图。在中文里面，信用多用作褒义词，而绑票当然是坏事，所以有必要说明一下，我们这里只把“信用”看做是中性的概念，不牵涉价值或伦理道德的判断。设想绑匪是要一直干下去的，他就要关心他的信用。

绑票案就讲到这里，有兴趣的读者可以自己进行更深入的思考。必须说明的是，迄今的讨论限于绑匪和事主之间的博弈，无论博弈结果如何，都是“私了”的结果，这在我们的社会是不允许的。我们的国家是人民的国家，警察是人民的警察，不会坐视绑票这样的黑社会行为危害我们的社会和人民。如果绑票案要靠私了来解决，就不仅不能打击这种黑社会行为的气焰，而且实际上起了助长敲诈勒索、助长绑票行为的作用。即使在特定情况下

个别被勒索的当事人可能觉得“花钱消灾”是上策，但是你花钱消灾，歹徒敲诈勒索就得逞了，气焰将更为嚣张，以后还会危害别的人。所以，万一发生绑票案，首先应当向警方报告，密切配合警方，争取最好的结果。警方有对付各类犯罪行为的专长和技能。

另外值得注意的是，即使只限于对绑匪和事主之间的博弈进行讨论，也要记得讨论的基本前提是理性行为。实际绑票发生的时候，无论绑匪还是被他要挟的当事人，都很可能有丧失理性的时候。只要有一闪念丧失理性，结局就会很不一样。所以，自己进一步的分析固然可以加深你对博弈论的体会，但是不要过分强调“哪一种结论才符合实际”这样的问题，因为实际情况本身，恰恰是千差万别，没有定规。

威胁的可信性的确是博弈的重要因素，不能忽视。设想先后决策的情侣博弈中，如果启动一方的策略是你要怎样我就偏不怎样，那就是威胁。这种威胁是否可信呢？如果他们仍然是情侣，这种威胁就不可信；如果准备摊牌散伙，那就可信。威胁是否可信，根源是信息不完全，至少一方不知道另一方对各种可能结局的真实价值判断，即不知道对方在这些可能的结局的真实得益、真实赢利是多少。如果很清楚“我要怎样你偏不怎样”其实对你没有好处，你的威胁可能只不过是一种小花样。恋人赌气的时候，可能就是这样。如果很清楚“我要怎样你偏不怎样”真是你的利益所在，那么如果原来是恋人，现在就预示着要散伙，只不过为散伙找借口而已。这时候，对方的威胁可不是儿戏。

兵不厌诈，因为你死我活。商战未必你死我活，但也不能一切和盘托出，至少还有商业秘密。至于谈判之中绵里藏针的“提

醒”或者咄咄逼人的威胁，更是常事。威胁和承诺的可信性是博弈论深入下去要讨论的问题. 可信性主要来自信息不完全，人们认为，1994年度诺贝尔经济学奖除纳什以外的另外两位获奖人哈萨尼和泽尔滕的主要贡献，就是对付不完全信息和讨论威胁、承诺的可信性。很可惜，这超出了本书的范围。



信息甄别与威胁的可信性

威胁和承诺之所以有是否可信的“可信性”问题，根源在信息不完全。为了说明这个关系，让我们看两个家长干涉子女婚姻的例子。

在我们社会里，家长干涉子女婚姻的情况比过去少了，但是并不罕见。父母关心子女的婚事，乃人之常情，通常还是好事。我们所谓干涉，不是一般的关心，而是家长不喜欢子女的心上人，并且采用威胁和各种手段企图以自己的愿望改变子女的选择。家长为什么反对孩子自己的选择，情况非常复杂，“理由”千差万别，读者容易自行想像，我们就不费笔墨了。要紧的是，婚姻归根结底是孩子自己的事，父母赞成最好，但是沟通不了，父母一定要反对，就没有道理。

没有道理的事情，可也经常发生。设想父亲不喜欢女儿嫁给她的心上人，最严重的情况，会首先试图禁止他们来往。“再要跟他好，我就打断你的腿！”这是文学作品上一再出现的句子。这就是威胁。这个威胁是否可信，女儿多半心中有数，会采取相

应的对策。通常，这是父亲对女儿婚事态度的声明，父亲并不真要打断女儿的腿，除非父亲不近人性。事实上，我们很难想像打断女儿的腿对他做父亲的会有什么好处。

张维迎教授在《博弈论与信息经济学》中也讲了父亲反对女儿的选择的例子。他写道：

> "设想一个农村姑娘爱上了一个小伙子，她父亲坚决不同意，威胁说，如果女儿不与小伙子断绝恋爱关系，他就与女儿断绝父女关系。如果女儿相信父亲的话，她大概会中断与恋人的关系，因为恋人是可以重新选择的，而父亲则无法重新选择。问题是，假使女儿真的与恋人结婚了，父亲难道真的会走断绝父女关系这一步吗？一般来说是不会的，因为断绝父女关系对父亲的损害更大。这就是说，父亲的威胁是不可置信的。聪明的女儿当然明白这一点，她知道，一旦生米煮成熟饭，父亲只好吃下去。结果是女儿会勇敢地恋爱下去直到结婚，父亲最终承认那个最初并不喜欢的女婿。"

张教授写得非常生动。尽管许多人会不同意"恋人是可以重新选择的，而父亲则无法重新选择"这样的掂量原则，但是大千世界，人们的偏好五花八门，有那么个女孩这样想，至少不是不可能。精彩之处在于，张教授描述的温情话语后面，是准确的理性行为分析。接着，他还加了一句："这个例子与市场进入博弈的例子很相似。"

按照博弈论和信息经济学，原则上威胁只有在如果不实行的话当事人将遭受更大的损失时，才是可信的。威胁一般采用"如果你那样做，我就这样做"的形式。所谓更大损失，就是说在你真的那样做的条件下我不这样做我的损失会更大。女儿真的和那

个小伙子结婚了，在这个既成事实之下，父亲再断绝父女关系只会更加损害自己，所以父亲的威胁不可信。

承诺，就是当事人使自己的威胁变得比较可信的一种办法。既然承诺了，但如果当事人不施行发出的威胁，他就要为自己的失信付出代价。信誉的代价也许不能马上计算出来，但是后效明显。

以上关于家长威胁子女婚事的故事，不必是真姓实名，因为故事本身很有可信性。但是，父亲威胁女儿婚事的博弈，并不总是能够有上面讲的那么好的结局。《南方周末》1998 年 4 月 17 日报道，陕西省礼泉县副县长寇随谦不能容忍女儿爱上农家青年，在“女儿勇敢地恋爱下去直到结婚”以后，竟然把威胁变成行动，害得亲家家破人亡，害得女儿要因为自己的父亲害死了自己的公公而负疚一辈子。博弈论的前提是理性行为。如果你讨论的是这样不近人性的家伙，千万要清醒，博弈形势已经不是心中不快发几句牢骚而已。



惩罚的保证

前面我们说过，独立企业的价格联盟容易瓦解。认真的价格联盟，原则上要有惩罚条款。不然的话，联盟也就与空谈没有多少差别。

要使惩罚条款或者惩罚警告变得可信，最巧妙的方式是通过一个保证实施惩罚的承诺，来推行一个价格联盟，而且是以竞争的名义进行。迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》，讲了纽约市立体声音响商店大战的例子。“疯狂埃迪”已经打出了自己的口号：“我们不能积压产品。我们不会积压产品。我们的价格是最低的——保证如此！我们的价格是疯狂的。”他的主要竞争对手“纽沃克与刘易斯”，口号却没叫得那么野心勃勃。每次购物，你会得到这个商店的“终生低价保证”。按照这一政策承诺，假如你在别的地方看到更低的价格，商店会按这个差价双倍赔偿给你：

“如果在您购物之后，您在您的一生当中，若在本地同一销售区域其他商号发现同样型号的音像电器打出的价格或

者实际销售的价格比我们更低廉（必须附有打印的凭据），我们'纽沃克与刘易斯'将很乐意向您（以支票方式）支付125%的差价，或者，假如您愿意，'纽沃克与刘易斯'将赠送面值相当于差价200%的礼品券。"

以上文字摘自"纽沃克与刘易斯"的"终生低价保证"。

不过，尽管这一家的政策听上去很有竞争力，这个非要击败对手不可的承诺却有可能转变成为加强一个操纵价格的卡特尔的内部约束。为什么会发生这样的事情？

假设一台录像机的批发价是150美元，现在"疯狂埃迪"和"纽沃克与刘易斯"都卖300美元。"疯狂埃迪"偷偷作弊，减价为275美元。假如没有那个击败对手的承诺，"疯狂埃迪"完全有可能将一些原本打算在对手那边购物的顾客吸引过来，而这些顾客之所以要去"纽沃克与刘易斯"那边购物，原因很多，可能是因为路途较短或者以前曾在那里买过东西。不幸的是，对"疯狂埃迪"而言，这回减价起了完全相反的效果。因为"纽沃克与刘易斯"有那么一条价格保证，人们就想赚便宜，纷纷进来买一台录像机，然后要求赔偿50美元。这么一来，相当于"纽沃克与刘易斯"的录像机自动减价为250美元，比"疯狂埃迪"还减得厉害。不过，当然了，"纽沃克与刘易斯"一定不愿意就这么付出50美元，因此，它的对策就是降价为275美元。无论如何，"疯狂埃迪"的结果都不如原来。那又何必搞什么作弊呢？现在它们认识到，价格还是保持在300美元好了。

虽然卡特尔在美国是非法的，"疯狂埃迪"与"纽沃克与刘易斯"却还是结成了这么一个机制。读者可以看到，它们两家结成的这个心照不宣的卡特尔是怎样按照我们前面提过的卡特尔内

部强制条件运行：觉察作弊，并且惩罚作弊者。"纽沃克与刘易斯"可以轻易觉察"疯狂埃迪"作弊。那些跑来说"疯狂埃迪"打出更低价格而要求赔偿的顾客，其实在毫不知情的情况下，扮演了这个卡特尔的执法侦探。惩罚的形式是价格协定破裂，导致利润下降。在这个案例里面，"击败竞争对手"的广告，实际上自动而迅速地实施了惩罚。

联邦贸易委员会接过一个著名的反垄断案子，其中就涉及利用了类似的机制。这个机制看上去会加剧竞争程度，其实却是一个卡特尔约束机制。E·I·杜邦、乙烷基和其他生产抗爆震汽油添加剂的公司，被指控利用"最惠客条款"。该条款规定，最优惠客户将享受这些公司向所有客户提供的价格当中的最优惠价格。从表面上看，这些公司是在寻找它们的最优惠客户。不过，让我们深入考察一下。这个条款意味着这些公司不能展开竞争，不能通过提供一个带有选择性的折扣价格，将它对手的顾客吸引过来，从而只能向它的熟客提供原有的较高价格。它们必须一起降价，而这么做的成本会大很多，因为它们卖出的所有产品的利润都下降了。读者可以看出这个条款对一个卡特尔有什么好处：作弊之得比作弊之失要小，因此卡特尔也更容易维持。

在评估这个"最优惠客户"条款的时候，联邦贸易委员会裁定存在反竞争效果，禁止这些公司在它们与客户签订的合同里使用这么一个条款。假如现在的被告是"疯狂埃迪"和"纽沃克与刘易斯"，你又会怎么判决呢？判断竞争激烈程度的一个标准在于涨价幅度。许多所谓"廉价"立体声音响商店在定价的时候，差不多要在各个元件批发价之和的基础上再加100%。

当然，上述裁决并非没有争议。委员会主席詹姆斯·米勒就

不同意。他写道，这个条款“可以证明能够减少买方的搜索成本，使他们能够在众多卖家当中找到最佳的价格价值比。”希望进一步了解这个案例的读者，请参阅迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》。



75 所罗门王断案与偏好显示

在社会经济活动中，人们常常隐蔽真实的信息。最典型的例子，是在市场上老是听到买东西的人埋怨东西太贵，较少听说买东西的人称赞东西便宜。同时，厂商又老是埋怨东西卖不出好价钱。在经济学家看来，对价钱的抱怨是自相矛盾的。如果嫌贵，你可以不买；如果嫌贱，你可以不卖。因为在市场上，人们不是用言词，而是用行动表示出他们的爱好。如果你自愿地同意做一笔交易，这说明你认为，虽说不是很理想，但是做这笔交易至少比不做这笔交易要好。虽然两块钱买一把菜你嫌贵，但是你还是认为用你那两块钱换回这一把菜是值得的，不然的话你可以不买，因为没有人强迫你。

至于谈判当中隐蔽自己的真实信息，常常还受到法律保护。不然怎么会有泄露经济情报罪和盗窃经济情报罪呢？

提取和甄别信息，是博弈论面对的大问题。引用很多的一个例子，是所罗门王断案的故事。据《圣经》旧约列王纪（上）第

3章，两个女人为争夺一个孩子吵到所罗门王那里。一个女人说："陛下，我和这妇人同住一个房间。我生了一个孩子，三天以后这妇人也生了一个孩子，房间里再没有别的人。夜里这妇人睡觉的时候，把自己的孩子压死了。她半夜醒来，趁我睡着，把我的孩子抱去，把她已经死了的孩子放在我的怀里。天亮要喂奶的时候，我才发现怀里的孩子是死的，仔细察看，并不是我生的孩子。"另一个女人赶紧说："不对，活孩子是我的，死孩子才是她的。"吵得不可开交。

所罗门王喝令她们别吵，吩咐下人拿刀来，"如果她们还吵，就把孩子劈成两半，一半给这个妇人，一半给那个妇人"。一个女人赶紧说，"大王把孩子给那个妇人算了，万不可杀他"，另一个女人说，"这孩子既不归我，也不归她，劈了算了"。所罗门王知道心痛孩子的女人是活孩子的母亲，便吩咐下人把孩子给她。

这是获取和甄别信息的范例，直到现在，博弈论专家还在继续讨论和发掘所罗门王断案的故事。例如，以色列一位教授和美国一位教授最近合写的一篇论文，就把竞向一项工程投标的两个企业，看做是两个"妇人"，其中一个企业实力可靠，另一个企业只是想夺标以后赚取转包的利益。问题是如何设计规则和机制来获取和甄别信息。

记得在分析绑票勒索的时候，我们比较了绑匪的两种说法：一是"我本性是好的，但太缺钱了。你付足赎金，我当然放人"；二是"我就是要钱。给钱就放人，不然就不客气"。事情就是这样，同一企图，常常却可以用两种很不相同的方式表白出来。问题是：哪一种表白是真实的表白。

英国作家威廉·萨克雷（1811—1863）以辛辣讽刺英国上层

社会而著称，其代表作是长篇小说《名利场》。在这部小说中，女主角贝姬曾经这样表白自己：

> "如果我一年有 5 000 英镑的收入，我想我也会是一个好女人。"

前面提到过的赫肖雷弗教授，在他的中级微观经济学名著《价格理论与应用》中，就贝姬的上述表白，出过一个思考题：

如果这个表白本身是真实的，即贝姬每年有 5 000 英镑收入的话，在旁人看来她就真变成一个好女人，那么人们至少还可以有两种解释：(1) 贝姬是想做好女人的，但是她太穷，所以做不了好女人。如果贝姬每年有 5 000 英镑的收入，她就会恢复好的本性。(2) 贝姬本来并不愿意做一个好女人，就像不想辛勤劳动一样，但是如果有人每年给她 5 000 英镑作为补偿，为了这些钱，看在这些钱的份上，她也就勉为其难，愿意做一个好女人。

怎样知道这两种可能中哪一种符合实际呢？怎样才能知道贝姬的本性究竟是"好"的还是"坏"的呢？如果我现在全权主持一个科研基金，你是否可以向我提交一份"项目申请"，把贝姬的本性研究确切？你必须在申请书上写清楚你的"技术路线"，即准备怎样完成这项研究，并且写清楚需要多少钱完成这个研究，让我信服。你是否愿意试试这个模拟申请？这可以测试你的经济学潜质。如果你有心得，欢迎你写信给我谈谈你的设计。

为了不干扰你的思路，建议你撇开好坏的道德判断。例如，不妨把"做好女人"理解为"笑不露齿、行不见步"的行为举止规范或者炎夏也必须穿大皮靴、戴白手套这样的事情。避免好恶，有助于得出比较客观的结果。



少数如何击败多数

这一节，我们介绍迪克西特和奈尔伯夫的博弈论通俗读物《策略思维》中“弄巧成拙的防鲨网”的故事。

近年来，企业采纳了许多新鲜而富有创意的做法，通常称为防鲨网，用于阻止外界投资者吞并自己的企业。这里并不打算评价这些做法的效率或道德意义，而只是介绍一种未经实践检验的新型“毒药”条款，请大家考虑应该怎样对付。

成为他人目标的公司叫做“风箭手脆胡椒”。虽然该公司已经上市，却还是保留了过去的家族控制模式，董事会5名成员听命于创办人的5名孙子、孙女。创办人早就意识到他的孙子、孙女之间会有冲突，也预见到外来者的威胁。为了防止家族内讧和外来进攻，他首先要求董事会选举必须错开。这意味着，哪怕你已经得到该公司100%的股份，你也不能一下子取代整个董事会，相反，你只能取代那些任期即将届满的董事。5名董事各有5年任期，但届满时间各不相同。外来者最多只能指望一年夺得一个席位。

从表面看，按照这样的制度安排，你需要至少3年时间，才能夺得多数地位，从而控制这家公司。

创办人看得更远，因此也更担心。他担心假如一个充满敌意的对手夺取了全部股份，他的这个任期错开的制度可能会马上被篡改。因此，他觉得有必要附加一个条款，规定董事会选举程序只能由董事会本身修改。当然，任何一个董事会成员都可以提交一份建议，而无须得到另一个成员的支持。但关键是接下来怎么做。这是一个大难题。条款规定，投票必须以顺时针次序沿着董事会会议室的圆桌进行。一份提议必须获得董事会至少50%的选票才能通过，缺席者按反对票计算。在董事会只有5名成员的前提下，这就意味着至少要得到3票才能通过一份建议。要命的是，条款规定，任何人若是提交一份建议而未获通过，不管这份建议说的是修改董事会架构还是修改选举方式，他都将失去自己的董事席位和股份。他的股份将在其他董事之间平均分配。同时，任何一个向这份提议投了赞成票的董事也会失去他的董事席位和股份。

有那么一段时间，这个十分苛刻的条款看来非常管用，成功地将敌意收购者排除在外。可是现在，海岸公司的海贝壳先生通过一个敌意收购举动，购买了该公司51%的股份。海贝壳先生在年度选举里投了自己一票，顺利成为董事。不过，乍看上去，董事会失去控制权的威胁并非迫在眉睫，毕竟海贝壳先生是以一敌四。

在第一次董事会会议上，海贝壳先生提议大幅修改董事资格。这是董事会首次就这样一份提议进行表决。海贝壳先生的提议不仅得到通过，更令人感到不可思议的是，这份提议竟然是全

票通过！结果，海贝壳先生随即取代了整个董事会。原来的董事们得到一份称为“降落伞”的微薄补偿，就被扫地出门。这份微薄的补偿，只能说总比什么也没有剩下强。

他怎么可以做到这种不可思议的事情？我们给你的提示是：整个做法非常狡猾。博弈论的倒后推理，正是了解其中的奥秘的关键。

海贝壳先生为了确保自己的提议获得通过，就是从结尾部分开始盘算的，一心确保最后两名投票者得到赞成这份提议的足够激励。只要最后两名投票者赞成，这就足够让海贝壳先生的提议获得通过了，因为海贝壳先生将以一张赞成票开始整个表决程序。

为什么会这样呢？原来，海贝壳先生的修改提案，是一份狡猾的“胡萝卜加大棒”的提案，“胡萝卜”是诱饵，最后他的四个对手全部尝到“大棒”的味道。他的提案包含下列三个内容：

● 假如这份提议全票通过，海贝壳先生可以选择一个全新的董事会。每位被取代的董事将得到一份小小的补偿。

● 假如这份提议以 4：1 通过，投反对票的董事就要滚蛋，不会得到任何补偿。

● 假如这份提议以 3：2 通过，海贝壳先生就会把他在风笛手腌胡椒公司的 51%股份平分给另外两名投赞成票的董事；投反对票的董事就要滚蛋，不会得到任何补偿。

到了这里，博弈论的倒后推理应该能够为故事画上句号。让我们看看究竟为什么。

假定一路投票下来，双方打成平手，最后 1 名投票者面对 2：2 的平局。假如他投了赞成票，提议就会通过，他本人得到风笛手腌胡椒公司 25.5%的股份。假如他不赞成，提议遭到否决，海

贝壳先生的财产（以及另外1名投赞成票的董事的股份）就会在另外3名董事之间平分，这个投票人将得到（51%+12.25%）/3=21.1%，两相比较，他当然会投赞成票。

所以，大家都可以通过倒后推理，预计到假如出现2:2平局的情况，最后1票投下之后海贝壳先生就会取胜。

现在来看第四个投票人的两难处境。轮到他投票的时候，可能出现以下三种情况之一：

（1）只有1票赞成（海贝壳先生投的）。

（2）2票赞成。

（3）3票赞成。

假如有3票赞成，提议实际上已经通过了。第四人当然宁可得到一些好处而不是一无所获，因此他会投赞成票。

假如有2票赞成，他可以预计到哪怕自己投反对票，正如上面分析的，最后一个人也会投赞成票。所以，无论第四人怎么做，都无法阻止通过这个提议。因此，更好的选择还是投靠即将取胜的一方，所以他会投赞成票。

最后，假如只有1票赞成。如果他投反对票，他固然保住了自己的位置，但是没有别的好处；相反，如果他投赞成票，变成2:2平局，正如上面分析过的，提案最后一定会通过，而他因为站在胜利的一方，不仅将保住位置，而且会得到额外的股份。所以，他愿意投赞成票，换取2:2平局。他可以很有把握地预计到最后一个人会投赞成票，他们两人合作得非常漂亮。

这么一来，在海贝壳先生之后最早投票的两名董事，即第一和第二投票人可真是陷入了困境。他们可以预计到，哪怕他们都投反对票，最后两人还是会跟他们作对，这份提议就会通过。既

然他们无法阻止这份提议通过，还是随大流换取某些补偿比较好吧。

你看，狡猾的海贝壳先生就这样成功了。

这个案例证明了倒后推理的威力。

实际生活中，我们的确可以想像海贝壳先生的提议不能获得通过的可能。但是，那种可能是别的因素的结果，如对家族的忠诚等等，不是理性行为的结果。另外一种可能，就是作为海贝壳先生的对手的那些投票人比较笨，领会不了海贝壳先生为他们设下的诱饵。你看，这里再次出现不那么精明反而更加高明的情况。

如果投票人彻底理性，精于为自己的私利计算和忠于为自己的私利计算，海贝壳先生的计谋一定得逞。



贵在博弈论意识

本书主体就写到这里。对于广大读者来说，可贵的是要有博弈论的意识。事实上，我国很早就有"田忌赛马"那么脍炙人口的博弈论故事，而"破釜沉舟"更是"选择太多不一定好"的生动例子。作为经济学的一个部分，博弈论从20世纪中叶开始蓬勃发展，直到20世纪70年代才揭示了为什么有时候"知道太多未必好"、"选择太多不一定有利"。这样看，我们的人民还真是很有一点儿博弈论的天分。

就在整理这篇结束语的时候，我看到《南方日报》1998年4月22日第三版"广东新闻"一条消息的大标题是《谁办土葬让谁吃亏》。这就很有博弈论的味道。前几年广东在实行火葬方面比较落后，我也写过文章呼吁政府立法禁止山坟。在政府立法严禁以前，单靠舆论或劝说，很难收到满意的效果。一定要从制度上做到让违规者吃亏，才能改变土葬这个老大难问题的博弈形势，使"监管方严格执罚，当事人自觉火葬"成为这个博弈的纳什均衡，而监管方严格执罚是均衡的前提。

佛山市张槎镇属于广东最富裕的地区。消息说，这里建立了谁办土葬让谁吃亏的制度，发现谁违规，除了当时施以重罚和掘尸火化以外，还实行 10 年内不安排他的住房用地，并且取消其股份分红和其他福利待遇。由于这样做了，火化率连续 14 年保持在 100%。他们以制度设置改变博弈矩阵的赋值，使得不许土葬的政策的威慑力变得可信。

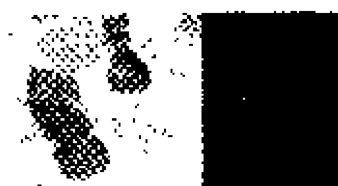
人民内部矛盾却讲威慑，合适吗？其实，法规必须有威慑力量才有实际意义。对违规者宽容，只会瓦解制度本身。制度建设和居民素质是相互联系的，制度处于首要的位置。制度好了，居民素质也会提高；制度不好，好人也容易变坏。当年被引导到大跃进和文化大革命的亿万群众之中，许多人原来都有为了国家利益和世界革命的前途不惜牺牲自我的精神，这本来十分可贵。但因当时形势使国民经济濒临破产。这是严重的教训，我们不能只是白交学费。

强调贵在意识，还因为博弈论的理论本身对于多数读者来说，难度实在很大。坦率地说，本书只是讲了一些博弈论外围的例子和故事。要是这些例子和故事能够引起读者对于博弈论的一点儿兴趣，知道珍惜博弈论意识，我也就心满意足了。

如果个别读者觉得不过瘾，想找更加正规一些的书来读，我可以推荐张维迎教授非常深刻的著作《博弈论与信息经济学》，和谢识予教授相对浅白一点的著作《经济博弈论》。深是没有办法的，实际上博弈论成为系统的学科，不过是最近一二十年的事。在这个意义上，正规博弈论著作中写的东西，都是专家们不久以前的最新科研成果，没办法不难。可贵的是，他们都尽量写得深入浅出。还记得小鸡博弈吗？两个小孩被鼓动得要做一场勇

气的博弈，分别从一条独木桥的两端冲向对方，谁先胆怯退让，谁就是小鸡。小鸡博弈有两个纳什均衡，都是一进一让，不会碰得头破血流。张维迎教授说，当初美苏争霸就是小鸡博弈，谁都想多占一些地盘，但是如果别人在这里已经捷足先登，自己就到别处去。他还说，夫妻之间发生矛盾，也是小鸡博弈。“一般来说，吵得厉害了，不是妻子回娘家躲一躲，就是丈夫到院子里抽支烟。”张维迎教授还发挥“黔驴技穷”的成语故事，把博弈论里面讲的如何获取和甄别真实信息以修正对对手的看法的过程，解说得非常生动。

你看，这就是我们的博弈论专家的文字，传神得很。如果其余部分你看不懂，那很自然，因为你不是要通过博弈论考试的经济学研究生。你应该满意，因为你已经领会了许多东西。



附录一：混合策略和纳什定理

现在考虑扑克牌对色游戏：两人博弈，每人从自己的扑克牌中抽一张出来，一起翻开。如果颜色一样，甲输给乙一根火柴；如果颜色不一样，甲赢得乙的一根火柴。为了确定起见，我们不允许出“大鬼”和“小鬼”。

大家知道，正规扑克牌的花色，不算“大鬼”和“小鬼”的话，只有红和黑两种颜色。所以，每个人的（纯）策略都只有两个，一是出红，一是出黑。这样，我们可以把博弈矩阵写下来：甲出红乙也出红，颜色一样，甲得－1乙得1；甲出红乙出黑，颜色不一样，甲得1乙得－1；甲出黑乙出红，颜色不一样，甲得1乙得－1；甲出黑乙也出黑，颜色一样，甲得－1乙得1（见下页图）。上面这个“纯”字的意思，等一下再说。

每人两个策略，二二得四，一共有四种对局情形。按照本书已经介绍过的均衡概念，我们容易知道这个博弈的四个格子都不是纳什均衡。实际上，博弈矩阵的四个格子中，没有一个符合“谁单独改变策略都没有好处”的均衡标准。例如左上方甲出红

		乙 红	乙 黑
甲	红	−1, 1	1, −1
甲	黑	1, −1	−1, 1

扑克牌对色游戏

牌乙也出红牌支付为（−1，1）的格子，甲单独改变策略变成出黑牌，他的得益就从−1变成1，甲改变有好处。可见，左上方格子的位置不是纳什均衡。再看右上方格子，甲红乙黑双方的支付分别为（1，−1），乙要是改出红牌，得益就从−1上升到1，乙改变有好处。可见，右上方格子的位置不是纳什均衡。同样，左下方格子和右下方格子也都不是纳什均衡。

博弈论头一个重要的定理说，每个有限博弈（见后）都有纳什均衡。可是上面扑克牌对色游戏那么简单的博弈的四个格子却都不是我们讲过的纳什均衡。是不是这个博弈就没有纳什均衡了呢？不是。这是因为有一种纳什均衡我们没有讲过，那就是**混合策略**的纳什均衡（Nash equilibrium of mixed strategies），而以前讲的都是纯策略的纳什均衡（Nash equilibrium of pure strategies）。混合策略不容易讲得让读者都容易看明白，所以限于本书原来的宗旨，我们还没有介绍过。现在我们首先把混合策略补上，然后再讲混合策略的纳什均衡以及怎样计算混合策略的纳什均衡。

实在说，混合策略的概念和计算方法并不很困难，除了现讲现明的简单“概率”概念以外，仅用到一点儿初中代数而已。这

一点等我们讲完混合策略的纳什均衡以后，你就会同意。可是现实情况是，虽然大多数读者都具有中学甚至高中的文化程度，可是早年为应付升学学过并且考试通过初中代数以后，他们不会使用初中代数，也不再使用初中代数。这是我们几十年来的应试教育的一个非常失败的地方。

现在看局中人甲，他有出红牌和出黑牌两种“纯策略”，还有以 p 的概率出红牌和以 $1-p$ 的概率出黑牌的“混合策略”，这里 p 是0和1之间的一个小数，但是也通常表示成为一个百分数。比如说 $p=0.4$，也就是 $p=40\%$，那么 $1-p=0.6$，即 $1-p=60\%$。甲的混合策略（p，$1-p$），就是甲以 $p=0.4$ 或 $p=40\%$的概率出红牌，这时候他当然以 $1-p=0.6$ 或者 $1-p=60\%$的概率出黑牌。可见，所谓混合策略，不是纯粹这样做或者纯粹那样做，而是百分之多少选择这样做，百分之多少选择那样做，这两个百分数加起来，应该是1，即100%。

这样一来，局中人可以选择的策略就多得多了，至少你知道是无穷多个。$p=0.4$ 可以，$p=0.2$、0.3、0.79、0.199 842 6等，甚至 $p=0$ 或 $p=1$ 都可以，可不是无穷多种选择？如果 $p=0.79=79\%$，那么 $1-p=0.21=21\%$，混合策略(p，$1-p$) 就是出红牌的机会是79%，出黑牌的机会是21%。

如果 $p=0$，那么 $1-p=1=100\%$，这时候，混合策略（p，$1-p$）＝（0，1）就是出红牌的机会是0，出黑牌的机会是100%，也就是只出黑牌，变成原来讲的纯策略。可见，混合策略包括原来的纯策略，或者说混合策略是原来纯策略的推广。

同样，说乙的混合策略是（q，$1-q$），就是说乙以 q 的概率

出红牌，以 $1-q$ 的概率出黑牌。概率是一个小数，是一个百分数，表示出红牌的机会和出黑牌的机会。我们说，扔一块硬币，国徽向上的概率是 50%，就是说国徽向上的机会是 50%。这样的概率不是很好理解吗？我刚才说要用到"现学现明"的概率概念，没有唬你吧？

一个局中人有两个纯策略可供选择，混合策略可以用 $(p, 1-p)$ 或者 $(q, 1-q)$ 表示，是因为他不是选择这个策略，就是选择那个策略，选择两种策略的机会加起来是 100%，即选择两种策略的概率加起来是 1。这样，如果选这种策略的概率是 q，选那种策略的概率就是 $1-q$。可见在局中人只有两个纯策略可供选择的情况下，用一个字母 q 的组合 $(q, 1-q)$ 就可以把他的所有可能的策略选择都表达出来（见下图）。

		乙	
		红 q	黑 $1-q$
甲	红 p	1 −1	−1 1
	黑 $1-p$	−1 1	1 −1

扑克牌对色游戏

如果一个局中人有三个纯策略可供选择，一个字母就不够用了。但是因为选择三种策略的机会加起来是 100%，即选择三种策略的概率加起来是 1，我们用两个字母 q 和 r 的组合 $(q, r, 1-q-r)$ 就可以把他所有可能的策略选择都表达出来。

推而广之，如果一个局中人有 5 个纯策略可供选择，需要 4 个字母才能表达他所有可能的混合策略选择，如果一个局中人有

100 个纯策略可供选择，需要 99 个字母等。

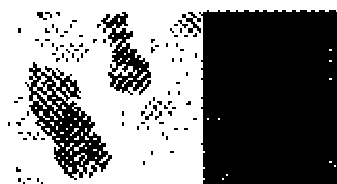
现在我们叙述纳什定理。

纳什定理：如果允许混合策略，那么每个有限博弈都有纳什均衡。

所谓**有限博弈**（finite game），是说局中人数目有限并且可供每个局中人选择的纯策略的数目有限的博弈。本书谈的都是二人博弈，并且可供每个局中人选择的纯策略都只有 2、3、4 个，所以它们都是有限博弈。纳什定理的证明的确比较困难，要用到经济学上非常要紧的不动点定理。20 多年以前，不动点定理还是一个比较容易理解但是非常难于证明的定理。就是在数学家的行列里，会用不动点定理的人固然很多，因为它不难理解，但是会证明它的人不到 5%。可是现在，人们已经有相当容易的方法证明不动点定理：如果你学过一个学期高等数学，掌握函数的连续性，并且如果你有兴趣钻研不动点定理，你就可以学懂它的证明。这里，是否有兴趣非常重要。许多人虽然学过高等数学，可是连运用初等数学来解问题都不愿意。

对证明不动点定理有兴趣的读者，可以看我们为邹恒甫教授主编的《经济和金融高级课程》系列编写的《经济学拓扑方法》（北京大学出版社，北京，2002 年），那里面会用最容易、最初等的方法证明不动点定理。不要以为“初等”两个字不好。按照科学的传统，解决同样的问题，方法越初等越好，越初等越应当受到称赞。这也符合经济学的原理，他花了很大代价才做成一件事，你花了比较小的代价就做成了同样一件事，你当然应该受到更多的称赞。《经济学拓扑方法》还具体证明了博弈论的上述纳什定理。

在本书中，不讲纳什定理的证明，但是附录二将介绍混合策略纳什均衡的一种计算方法：反应函数法。学了这个方法以后，面对任何二人博弈，你都可以把纳什均衡算出来。在附录三中，我们还介绍如何把计算纳什均衡的问题归结为计算线性规划的问题，这样，如果问题简单，你可以把它手算出来，如果问题复杂，就是说局中人太多、纯策略太多，你就可以借助线性规划问题现在已经非常成熟和非常方便的各种计算软件，特别是借助著名的单纯形法，把纳什均衡算出来。



附录二：计算纳什均衡的反应函数法

在这个附录里，我们从扑克牌对色游戏开始，讲述计算纳什均衡的反应函数法。

我们知道，扑克牌对色游戏的矩阵如下图所示，现在把 A 的混合策略表示为以 p 的概率出红牌和以 $1-p$ 的概率出黑牌，把 B 的混合策略表示为以 q 的概率出红牌和以 $1-q$ 的概率出黑牌。

A \ B	红 q	黑 $1-q$
红 p	-1, 1	1, -1
黑 $1-p$	1, -1	-1, 1

扑克牌对色游戏

虽然（p，$1-p$）和（q，$1-q$）是多少现在还不知道，但是没关系，可以就用字母 p 和 q 来表示。这是我们在初中代数里面已经熟悉的做法。首先我们计算在 A 和 B 的混合策略分别是（p，$1-p$）和（q，$1-q$）的时候，A、B 的期望支付或期望赢得是多少。

A 出红 B 也出红，A 将得 -1，但是 A 出红的概率是 p，B 出红的概率是 q，所以 A 出红 B 也出红的概率是 p 乘 q 等于 pq；A 出红 B 出黑，A 将得 1，但是 A 出红的概率是 p，B 出黑的概率是 $1-q$，所以 A 出红 B 出黑的概率是 p 乘 $1-q$ 等于 $p(1-q)$；A 出黑 B 出红，A 将得 1，但是 A 出黑的概率是 $1-p$，B 出红的概率是 q，所以 A 出黑 B 出红的概率是 $1-p$ 乘 q 等于 $(1-p)q$；A 出黑 B 也出黑，A 将得 -1，但是 A 出黑的概率是 $1-p$，B 出黑的概率是 $1-q$，所以 A 出黑 B 也出黑的概率是 $1-p$ 乘 $1-q$ 等于 $(1-p)(1-q)$。

这样，记 A 的期望支付为 U_A，我们就知道：

$$
\begin{aligned}
U_A(p,q) &= (-1)pq+1p(1-q)+1(1-p)q \\
&\quad +(-1)(1-p)(1-q) \\
&= -pq+p-pq+q-pq-1+p+q-pq \\
&= -4pq+2p+2q-1 \\
&= 2p(1-2q)+(2q-1)
\end{aligned}
$$

我们之所以把 A 的期望支付整理成不含 p 的一项和含 p 的一项这个样子，是因为 A 只能选择 p 而不能选择 q。所以，A 能够通过选择 p 来影响第一项，而不能直接影响第二项。由期望支付我们知道，当（$1-2q$）>0 即 $q<1/2$ 的时候，A 把 p 选得越大越好，但 p 是概率，最大不能超过 1，那么就选择 p 等于 1；

当（1—2q）<0即q>1/2的时候，A把p选得越小越好，同样因为p是概率，最小不能小于0，那么就选择p等于0；当（1-2q）=0即q=1/2的时候，A把p选成多少，他的期望支付都是0·（2q-1）=0，对结果没有影响，所以A可以在区间[0，1]之内随便选一个p。

这样，因为B的混合策略已经设定为（q，1—q），所以A的（最佳）反应函数是：

$$p=\begin{cases}0 & \text{如果 } q>1/2\\ [0,1] & \text{如果 } q=1/2\\ 1 & \text{如果 } q<1/2\end{cases}$$

其中“p=[0，1]，如果q=1/2”是说，如果q=1/2，p可以在0和1之间任意选择。

同样，我们可以把B的期望支付整理成为：

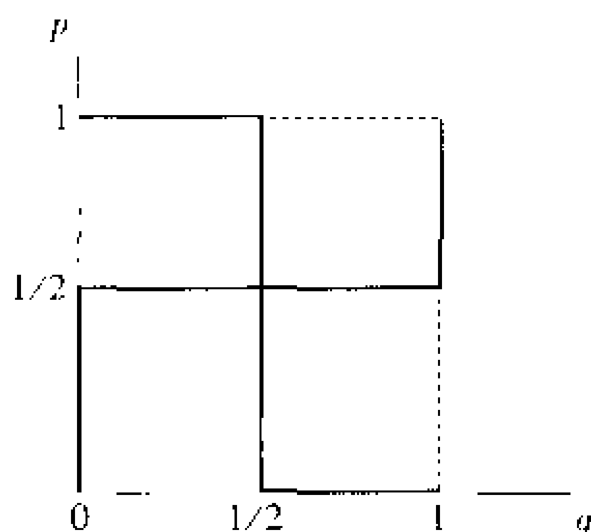
$$\begin{aligned}U_B(p,q)&=1pq+(-1)p(1-q)+(-1)(1-p)q\\&\quad+1(1-p)(1-q)\\&=pq-p+pq-q+pq+1-p-q+pq\\&=4pq-2p-2q+1\\&=2q(2p-1)-(2p-1)\end{aligned}$$

得到B的（最佳）反应函数：

$$q=\begin{cases}1 & \text{如果 } p>1/2\\ [0,1] & \text{如果 } p=1/2\\ 0 & \text{如果 } p<1/2\end{cases}$$

现在，我们在以p为纵轴、以q为横轴的直角坐标里，把A和B的最佳反应函数都画出来，两个反应函数重合的地方，就是混合策略的纳什均衡（见下页图）。

至此，我们“算”出了扑克牌对色游戏博弈的纳什均衡，它



反应函数曲线相交方法

是 $p^*=1/2$ 和 $q^*=1/2$，或者写成（p^*，q^*）=（1/2，1/2）。在经济学里，习惯把解答结果用星号标记出来。这就是说，纳什均衡是：A 和 B 出红牌还是出黑牌的概率都是一半对一半。

做出结果以后，要想一想它大体上是否符合事实。事实上，从小学算术开始，老师总是要求学生在解答应用题的时候"验算"计算结果，不要算出自行车比火车还重，也交卷了事。现在算出纳什均衡是 A 出红牌和出黑牌的概率是一半对一半，B 出红牌和出黑牌的概率也是一半对一半，看来这是符合我们的直觉的。

首先我们说明，只要 A 出红牌和出黑牌的概率不一样，或者 B 出红牌和出黑牌的概率不一样，就一定不是纳什均衡。你想，如果 A 出红牌的概率比出黑牌的概率大，B 可以把策略改为只出红牌，这样改变会使 B 处于上风，得到额外的好处；同样，如果 A 出红牌的概率比出黑牌的概率小，B 可以把策略改为只出黑牌，这样改变也会使 B 处于上风，得到实际的好处。

可见，只要A出红牌和出黑牌的概率不一样，B都可以独自改变策略得到额外的好处，所以只要A出红牌和出黑牌的概率不一样，一定不是纳什均衡。同样道理，只要B出红牌和出黑牌的概率不一样，也不是纳什均衡。

这样，惟一还可能做纳什均衡的"候选人"，只剩$(p^*, q^*)=(1/2, 1/2)$。在这个点上，A的期望支付是：

$$U_A(p^*, q^*)=2p^*(1-2q^*)+(2q^*-1)=0$$

如果A想单独改变策略，他只能改变p，但是变来变去，他的期望支付为：

$$U_A(p, q^*)=2p(1-2q^*)+(2q^*-1)$$
$$=2p\times 0+0=0+0=0$$

变不出好处来；同样，在均衡点上，B的期望支付是：

$$U_B(p^*, q^*)=2q^*(2p^*-1)-(2p^*-1)=0$$

如果B想单独改变策略，他只能改变q，但是变来变去，他的期望支付为：

$$U_B(p^*, q)=2q(2p^*-1)-(2p^*-1)$$
$$=2q\times 0-0=0-0=0$$

也变不出好处来。这样，在$(p^*, q^*)=(1/2, 1/2)$这个位置，双方都没有单独改变策略的激励，可见，$(p^*, q^*)=(1/2, 1/2)$的确是纳什均衡。

值得强调的是，纳什均衡的定义，是没有单独改变策略的激励。在理性行为假设之下，激励的来源是实际利益。所以，做一件事要有激励，就必须能够因为做这件事而得到好处，要有激励改变策略，就必须能够因为改变策略而得到好处。弄清楚这个关系，那么我们就知道，按照"单独改变策略不会得到额外的好

处”来理解纳什均衡，可能更好。因为在老百姓的语言中，“没有好处”常常被理解为变坏，但是在定义纳什均衡的时候，“单独改变策略没有好处”也包括单独改变策略得益情况没有改变的情形。因为这是完全信息的博弈，什么情况下得益会怎么样都是清楚的，现在反正得益不会改变，当事人何苦改变策略穷折腾呢？所以，他没有改变策略的激励。

不仅如此，正如我们在验算扑克牌对色游戏的纳什均衡 $(p^*, q^*)=(1/2, 1/2)$ 的时候知道的，如果谁单独改变策略，变得出红牌和出黑牌的概率不再是一半对一半，那么对方就可以改变策略来讨便宜。所以，单独改变虽然不一定真的马上使自己的处境变糟，但是至少造成了让对方有机可乘的局面。

另外值得注意的是，固然策略要求“出红牌和出黑牌的概率一半对一半”，但是不能让对方摸到规律。你如果傻乎乎总是一红一黑一红一黑那么有规律地出牌，对方马上掌握你的规律，这就没有博弈可言了，你肯定一败涂地。所以，要“随机”地一半对一半那样出牌才是。怎样做到随机地一半对一半出牌呢？一种简便的办法是：每次出牌以前先扔一个硬币。如果得正面，出红；如果得背面，出黑。

现在我们计算情侣博弈的纳什均衡。读者可能会问，情侣博弈的纳什均衡不是早就知道了吗：要么一起看球，要么一起看芭蕾。为什么现在又要计算呢？

实际上，以前用劣势策略消去法或者相对优势策略画线法来求纳什均衡，只能求出纯策略的纳什均衡。混合策略的纳什均衡，用劣势策略消去法和相对优势策略画线法是求不出来的，要用现在讲的反应函数法，或者说得更详细一些，要用最佳反应函

数曲线交叉的方法来做。

我们知道情侣博弈有好几个版本，现在我们采用选修第二门外语的那个版本：陈明和钟信都是某大学英语系的学生，他们是很要好的朋友。高年级了，他们在考虑选修第二门外国语。陈明偏向修德语，钟信偏向修法语。但是最要紧的是两人选同一门课，这样才可以一起复习、一起对话，继续他们以往如切如磋如琢如磨相得益彰的同学生涯。这时，他们面临的抉择可以表示为下图的博弈：

		钟信	
		德语 q	法语 $1-q$
陈明	德语 p	3, 2	1, 1
	法语 $1-p$	0, 0	2, 3

陈明和钟信选修第二门外语博弈

这个博弈的纯策略的纳什均衡我们已经知道，就是左上方一起选德语和右下方一起选法语。为了计算混合策略纳什均衡，我们假设陈明选德语的概率是 p，选法语的概率是 $1-p$；钟信选德语的概率是 q，选法语的概率是 $1-q$。和上面一样，我们可以把陈明的期望得益整理出来：

$$
\begin{aligned}
U_C(p,q) &= 3pq+1p(1-q)+0(1-p)q+2(1-p)(1-q)\\
&= 3pq-p-pq+2-2p-2q+2pq\\
&= 4pq-p-2q+2\\
&= p(4q-1)-2(q-1)
\end{aligned}
$$

据此，他的最佳反应函数是：

$$p=\begin{cases}1 & \text{如果 } q>1/4\\ [0,\ 1] & \text{如果 } q=1/4\\ 0 & \text{如果 } q<1/4\end{cases}$$

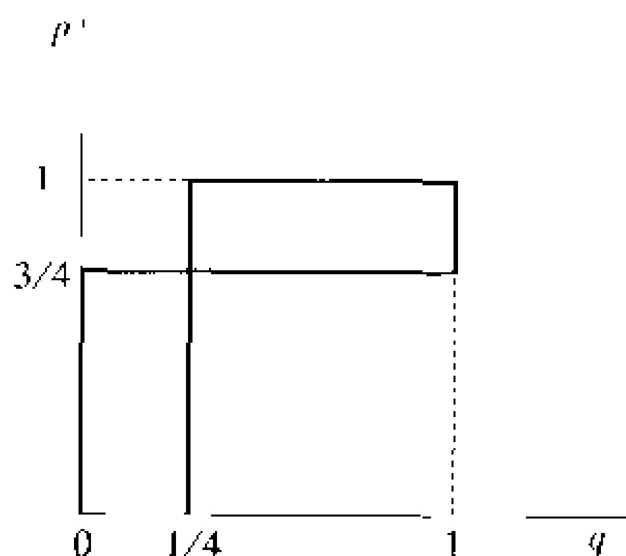
同样，把钟信的期望得益整理出来：

$$\begin{aligned}U_2(p,q)&=2pq+1p(1-q)+0(1-p)q\\&\quad+3(1-p)(1-q)\\&=2pq+p-pq+3-3p-3q+3pq\\&=4pq-2p-3q+3\\&=q(4p-3)+3-2p\end{aligned}$$

据此，他的最佳反应函数是：

$$q=\begin{cases}1 & \text{如果 } p>3/4\\ [0,\ 1] & \text{如果 } p=3/4\\ 0 & \text{如果 } p<3/4\end{cases}$$

现在，把两人的最佳反应函数画在一起，得到三个交点：$(p^*,\ q^*)=(0,\ 0)$，$(p^*,\ q^*)=(3/4,\ 1/4)$ 和 $(p^*,\ q^*)=(1,\ 1)$。（见下图）



反应函数曲线相交方法

其中，$(p^*, q^*)=(0, 0)$ 和 $(p^*, q^*)=(1, 1)$ 这两个纳什均衡是原来我们用相对优势策略画线法已经做出来的，就是两人一起选德语的纳什均衡和两人一起选法语的纳什均衡。可见，反应函数曲线交叉法也可以把纯策略纳什均衡找出来，只不过要计算期望支付或期望得益，要计算反应函数，工作量要大一些。但是，另外一个纳什均衡，混合策略纳什均衡$(p^*, q^*)=(3/4, 1/4)$，以前用劣势策略消去法和相对优势策略画线法就做不出来，但是现在可以用反应函数曲线相交的方法做出来。这就是反应函数法的价值。

算出 $(p^*, q^*)=(3/4, 1/4)$ 这个纳什均衡，看看它有什么含义。这个纳什均衡是说，既然陈明偏向德语，他最好以 3/4 即 75%的概率选德语，既然钟信偏向法语，他最好以 1/4 即 25%的概率选德语。

这有什么意思呢？如果陈明以 3/4 的概率选德语、钟信以 1/4 的概率选德语，那么陈明的期望得益是：

$$U_C(p^*, q^*)=p^*(4q^*-1)-2(q^*-1)$$
$$=0-2\times(-3/4)=3/2$$

而钟信的期望得益是：

$$U_Z(p^*, q^*)=q^*(4p^*-3)+3-2p^*=0+3-3/2=3/2$$

都没有 $(p^*, q^*)=(0, 0)$ 大家一起选德语 $U_C(p^*, q^*)=3$，$U_Z(p^*, q^*)=2$ 和 $(p^*, q^*)=(1, 1)$ 大家一起选法语 $U_C(p^*, q^*)=2$，$U_Z(p^*, q^*)=3$ 来得好。可见，纯策略纳什均衡比混合策略纳什均衡具有支付优势、得益优势，即帕累托优势。局中人的境况，处于纯策略纳什均衡的时候比处于混合策略纳什均衡的时候要好。

由此可以体会，在这种纯策略纳什均衡和混合策略纳什均衡

都存在的情况下，博弈论往往把“优先权”给予纯策略的纳什均衡。所以，就陈明和钟信这两位好朋友决定选德语还是选法语的博弈中，结局不是一起选德语，就是一起选法语，这两个纳什均衡都具有绝对的支付优势、得益优势，绝对优势指的是两人的情况都变好，而不仅是两人的情况加起来变好。现在，在纯策略纳什均衡双方无论是得 3 还是得 2，都比在混合策略纳什均衡各人都只得 3/2 要好，所以是绝对优势。

陈明和钟信选修第二门外语的博弈只进行一次，所以既然有纯策略纳什均衡，实际结局就不会是混合策略纳什均衡，何况纯策略纳什均衡还有绝对的得益优势。但是情侣博弈有别的版本，如果真是恋人周末节目选择的博弈，那么这种博弈在许多周末都要进行，这样，情侣博弈就变成重复多次的博弈。这个时候，混合策略纳什均衡中的概率，就有多次博弈采取什么策略的概率讨论的意义。

现在，我们计算“慕尼黑谈判博弈”的纳什均衡。为什么叫这个名称，我们在附录三再说。这个博弈的矩阵如下图所示，其中 $b>a>0$。

		B 摊牌策略 q	B 不摊牌策略 $1-q$
A	讹诈策略 p	0, 0	a, −a
A	不讹诈策略 $1-p$	$(b-a)/2$, $(a-b)/2$	0, 0

慕尼黑谈判模拟博弈

方法和上面完全一样，可以算出 A 的期望得益是：

$$U_A(p,q)=p(1-q)a+(1-p)q(b-a)/2$$
$$=p[a-q(b+a)/2]+q(b-a)/2$$

B 的期望得益是：

$$U_B(p,q)=q[p(a+b)/2-(b-a)/2]-pa$$

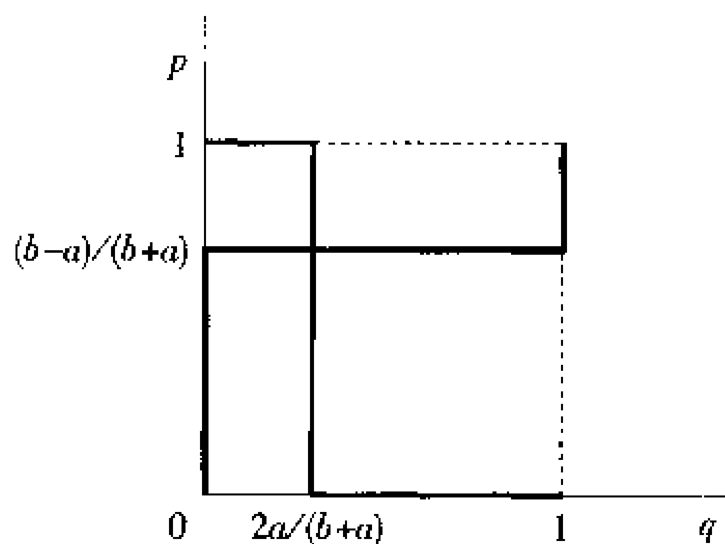
所以，他们的反应函数分别为：

$$p=\begin{cases}0 & 如果\ q>2a/(b+a)\\ [0,1] & 如果\ q=2a/(b+a)\\ 1 & 如果\ q<2a/(b+a)\end{cases}$$

和

$$q=\begin{cases}1 & 如果\ p>(b-a)/(b+a)\\ [0,1] & 如果\ p=(b-a)/(b+a)\\ 0 & 如果\ p<(b-a)/(b+a)\end{cases}$$

这样，把他们的反应函数曲线画在一起，可以看到只有一个交点，我们就得到这个博弈惟一的纳什均衡$(p^*, q^*)=[(b-a)/(b+a), 2a/(b+a)]$。计算结果和附录三将要介绍的方法完全一样（见下图）。



反应函数曲线相交方法

有兴趣的读者可以把前面讲过的各种博弈拿来试试，看看能否掌握计算混合策略纳什均衡的反应函数曲线相交方法。算完以后验算的时候，我告诉你一个窍门：如果这个博弈原来就有纯策略的纳什均衡，那么只要你算得正确，你算出来的结果一定包含原来知道的那些纯策略纳什均衡。

最后，我们稍许深入一点点，试图对于混合策略和混合策略纳什均衡建立初步的然而实质的把握。

迪克西特和奈尔伯夫的博弈论通俗读物《策略思维》，也说了我们在前面分析过的《圣诞节的礼物》。现在从他们的分析入手。均衡是一种描述，而不是一个指示。这是两位作者最重要的提示。

短篇小说《圣诞节的礼物》的主人公德拉与吉姆，属于大家在小说里希望看到的那种好夫妻。因为爱得太深，他们“谁也不会计算”他们彼此的爱情。他们彼此都愿意——甚至会迫切希望——为对方做出任何牺牲，换取一件真正配得起对方的圣诞礼物。德拉愿意卖掉自己的头发，给吉姆买一条表链，配他从祖先那儿继承下来的怀表，而吉姆则愿意卖掉这块怀表，买一把梳子，配德拉的漂亮长发。

假如他们真的非常了解对方，他们就该意识到，为了给对方买一份礼物，两人都有可能卖掉各自的心爱之物，结果将是一个悲剧。如果意识到这一点，德拉就应该三思而缓行，好好想想留下自己的长发等待吉姆的礼物会不会更好。同样，吉姆也不要考虑卖掉自己的怀表了。当然，假如他们两人都能克制自己，谁也不送礼物，也会变成另外一种错误。

正如我们在前面讲清楚的，这个故事可以用下面这个矩阵来

表示（见下图）。读者可以看到，矩阵显示两位作者还是有一点“对称癖好”，但是我们悉听其便，不做修改，何况这一点小小的差异，并不影响讨论。

德拉的选择 \ 吉姆的选择	卖表	不卖表
不卖发	2 1	0 0
卖发	0 0	1 2

德拉与吉姆的得失

尽管这对恩爱小夫妻的利益在很大程度上是一致的，他们的偏好和策略还是会相互影响。对于任何一方，两种错误都是一个坏的结果。为了具体说明这一点，我们给这个坏结果打0分。而在一个送礼物而另一个收礼物的两种结果，假设各方均感觉献出（2分）胜过接受（1分）。

德拉保住自己的头发而吉姆卖掉他的怀表是一种可能的均衡：各人的策略都是对对方策略的最佳回应。不过，若是换了德拉卖掉她的头发而吉姆保住自己的怀表的情况，也是一个可能的均衡。对于这两个均衡，至少我们可以说它们同样的好。相信大家都会同意。

会不会存在一种彼此了解的共识，从而在两种均衡中做出取舍呢？可惜，“出人意料”、“让人惊喜”是时下“礼物”的一个重要特点。因此，他们不会提前商量以达成共识。

这个时候，“混合策略”出场了。混合策略有助于保住这个

"出人意料"的目标，虽然要付出代价。事实上不难算出（这正好可以作为运用反应函数法计算混合策略纳什均衡的一个练习，请读者自行完成），各人用 2/3 机会选择献出而以 1/3 机会选择接受，也能达到一个纳什均衡（见下图）。

德拉的选择 \ 吉姆的选择	献出 2/3	接受 1/3
接受 1/3	2 1	0 0
献出 2/3	0 0	1 2

德拉与吉姆的得失

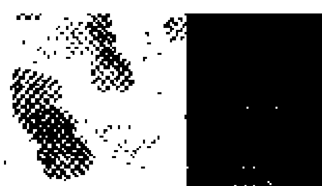
现在假设德拉选择这么一个混合策略。那么，如果吉姆卖掉了他的怀表，德拉有 1/3 机会保住自己的头发，从而吉姆得 2 分，德拉有 2/3 的机会卖掉了自己的头发，从而吉姆得 0 分。这样，吉姆的期望收益为 $(1/3)\times1+(2/3)\times0=1/3$ 分。同样可以算出，如果吉姆保住自己的怀表，他的期望收益也是 2/3 分。因此，吉姆没有任何明确的理由，在原来的两种均衡中做出取舍，或者采取任何混合策略。再次提醒一下，德拉的最佳混合策略的作用，是使吉姆继续愿意混合自己的策略，反之亦然。

出错的概率相当大：9 次里面有 4 次，这对夫妻会发现对方卖掉了自己买礼物回来相配的心爱之物（正如欧·亨利的小说提到的那样），有 1 次大家都得不到礼物。由于存在这些错误，平均得分（两人各得 2/3 分）还比不上原来两种均衡引出的结果，在这两种均衡当中，各有一方送礼物而另一方收礼物（施者得 2

分，受者得1分）。这和网球比赛的例子不同，在网球比赛的例子里，各方确实可以通过混合自己的策略提高成功率。

为什么会有这种区别？网球是一个零和博弈，选手们的利益严格矛盾。他们在独立选择混合策略的比例时会取得较好的结果。而在《圣诞节的礼物》里，两夫妻的利益在很大程度上结合在一起。因此，他们必须协调他们的混合策略的比例。他们应该投掷一枚硬币，按照硬币翻出的结果决定谁该送礼物，谁该收礼物。这对夫妻有一个小小的利益矛盾：吉姆喜欢左上角的结果，而德拉喜欢右下角的结果。协调的混合策略可以使他们达成一个妥协，化解这个矛盾。若用一枚硬币决定谁送礼物而谁收礼物，那么各人的期望收益就都会变成3/2分。当然，这样一来，“出人意料”这一元素也不见了。

有趣的是，现在在一些发达国家，人们在送请帖的时候，会注明希望收到什么礼物。这样，礼物的“惊喜性”就靠边站了，而原来，礼物的“惊喜性”正是我们许多人头脑里的发达国家文化的一个情景。这究竟是亵渎还是进化，世人莫衷一是。让我们再看看吧，何必马上追求什么结论。发达国家的一些超级市场，还标榜欢迎礼品退货，货款不是退给购买者，而是退给受礼人。商业操作之下，礼品文化也开始讲究送礼别忘了附送购买礼品的发票，这究竟是沆瀣一气，还是良性互动，同样留待世人评说。



附录三：对策论、外交谈判及其他

现代计算机科学的奠基人、美籍匈牙利数学家冯·纽曼被人们推崇为20世纪最伟大的数学家，他还是对策论和现代数理经济理论的奠基人之一。大家知道，对策论是博弈论的另一个说法。

早在1928年，冯·纽曼就发表了一篇题为《论社会对策》的论文，开始形成他的对策论思想。1944年，他与经济学家摩根斯滕合作，把对策论思想总结成一部题为《对策论与经济行为》的科学巨著。

对策论在社会生活中有广泛的应用。在经济谈判、体育竞赛、外交谈判、军事指挥等工作中懂得一些对策论，是很有好处的。

1. 对策的简单例子

正如前面提到过的，对策论（game theory）的另一种中译是"博弈论"。按中文的字面意思，"博"，似乎是指"赌博"；"弈"，应该是指"下棋"。的确，许多赌博方式可以纳入对策论

所讨论范围，但下棋（指中国象棋、国际象棋、围棋等明棋），原来却不是对策论讨论的主要对象。冯·诺依曼曾经强调，下棋几乎是一种完全确定的计算过程，如果你下输了，那是因为你至少有一步走错了。高明的棋手很少出错，棋艺之高超就在这里见分晓。在冯·诺依曼那个时代，对策论主要是以另外一种类型的游戏作为它的研究模型的。我们举个例子来说明。

试玩一种游戏，你我各有一盒火柴，各有一张两面分别为红、黑两种颜色的卡片。我说“一、二、三！”，你就翻出一张卡片，我同时也翻出一张卡片。如果你我翻出的卡片颜色一样，你赢我一根火柴；如果你我翻出的卡片颜色不一样，你输给我一根火柴。这种类型的游戏就是对策论研究的对象。

冯·诺依曼把上面这种游戏的博弈叫做零和二人博弈。因为参加博弈的只有两方，即两个局中人，所以叫二人博弈。两个公司、两个国家、两个国家集团的博弈，也叫二人博弈。又因为每一局博弈的总支付，即双方得失之和总是零，所以叫零和博弈。在上面的例子里，每一局博弈的结果不外乎你输一根我赢一根或你赢一根我输一根，每一局你的得失与我的得失的总和是零，所以是零和博弈。

还有一些二人博弈，每局双方得失之和不是零，而是一个常数。例如双方每进行一局博弈除了他们之间的输赢支付外，还要向提供游戏器具或者场所的第三方交纳一定的租金，则每局双方得失之和就是一个负的常数；又如每进行一局博弈，双方还可以得到来自第三方的一定数量的奖励，则每局双方得失之和就是一个正的常数，许多体育比赛就是这个样子。这些博弈都称做“常和”二人博弈。由于在理性假设之下，常和博弈与零和博弈在处理上没有本质上的差别，所以人们往往把常和博弈也称做零和博弈。

零和博弈的各种输赢结果可以用一个矩阵来表示。在上例中，记你为 P，我为 Q，你的赢得矩阵就如下图所示：

		Q 红	Q 黑
P	红	1	−1
P	黑	−1	1

卡片对色游戏 P 的支付矩阵

这个矩阵的意义是清楚的。例如右上角的−1 表示，如果你翻红而我翻黑，你（P）的赢得就为−1，即你输一根火柴给我。

把你的赢得矩阵的所有元素改变符号，变成下图：

		Q 红	Q 黑
P	红	−1	1
P	黑	1	−1

卡片对色游戏 Q 的支付矩阵

就是我（Q）的赢得矩阵。由于这种关系，我们只要研究“你”的赢得矩阵就够了。

2. 混合策略——概率向量

在上例博弈中，P 有两个纯策略：翻红或翻黑。但是在这个例子中，纯策略本身用于博弈是没有意义的。比如 P 选用纯策略“翻红”，几局以后 Q 就知道只要老是翻黑他就会取得每一局博弈的胜利。其实，在实际博弈中，双方都不知道下一局对方将翻什么颜色，因此，值得讨论的是混合策略，即讨论翻红次数和翻黑次数各占百分之几才算是最优策略。

记 P 翻红的概率为 p_1，翻黑的概率为 p_2，则不难明白必须

有 $p_1 \geq 0$，$p_2 \geq 0$，并且 $p_1 + p_2 = 1$。$p = (p_1, p_2)$ 就叫做 P 的混合策略。对于 Q 也一样，他的混合策略是 $q = (q_1, q_2)$，满足 $q_1 \geq 0$，$q_2 \geq 0$，并且 $q_1 + q_2 = 1$。这样，混合策略 p 和 q 本身都是概率向量。

冯·诺依曼证明，每个零和二人博弈都有惟一的均衡值：P 可以找到自己的最优混合策略 p，按照 p 这个最优策略行事，平均来说每局 P 的赢得至少是 ω'；Q 也可以找到自己的最优混合策略 q，按照 q 这个最优策略行事，可以使得平均来说每局 P 的赢得不超过 ω''。最重要的是，冯·诺依曼证明了，$\omega'' = \omega'$，统一记做 ω，称为这个零和二人博弈的均衡值。

因此，P 最好依 p 行事，否则平均每局赢得可能低于 ω；同样，如果 Q 不依最优策略 q 行事，平均每局 P 的赢利就可能高于 ω。

如果 P 的支付矩阵如下图所示：

		Q 红	Q 黄	Q 黑
P	红	2	1	−1
P	黑	−1	−2	3

那么 P 有两个纯策略，Q 有三个纯策略，或者说每局中 P 有两种选择，而 Q 有三种选择。一般地，可以设 P 有 m 个纯策略而 Q 有 n 个纯策略，支付矩阵的形式就为：

$$B = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \cdots & & & \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mn} \end{vmatrix}$$

这时，P 和 Q 双方的混合策略可分别表示为 m 维概率向量 $p =$

$(p_1, \cdots, p_m)$ 和 n 维概率向量 $q=(q_1, \cdots, q_n)$，满足 $p_1, \cdots, p_m \geq 0$，$p_1+\cdots+p_m=1$；$q_1, \cdots, q_n \geq 0$，$q_1+\cdots+q_n=1$。

3. 最优混合策略的求法

现在的问题是，对已知的赢得矩阵 B，求出 P 的最优混合策略 p 和 Q 的最优混合策略 q。有趣的是，可以将这个博弈问题“转化”为线性规划问题来解。虽然线性规划问题是从另一类实际问题中抽象出来的，貌似不同的事物竟然有如此深刻的内在联系，实乃科学的力量和魅力之所在。对这种“转化”解法合理性的论证，已见于多种教科书，有兴趣的读者可找来参阅。在此，我们仅介绍这种解法的具体步骤。

首先，选取一个适当的常数 τ，加到矩阵 B 的每个元素上去，得到一个所有元素都是正数的新矩阵：

$$A=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \cdots & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{vmatrix}=\begin{vmatrix} b_{11}+\tau & b_{12}+\tau & \cdots & b_{1n}+\tau \\ \cdots & & & \\ b_{m1}+\tau & b_{m2}+\tau & \cdots & b_{mn}+\tau \end{vmatrix}$$

然后，就将博弈问题转化为矩阵为 A 的线性规划问题来解，即在约束条件

$$u_1, \cdots, u_m \geq 0$$

和

$$u_1a_{11}+\cdots+u_ma_{m1} \geq 1,$$

$$\cdots\cdots$$

$$u_1a_{1n}+\cdots+u_ma_{mn} \geq 1$$

之下，求出使目标函数

$$\sigma=u_1+\cdots+u_m$$

达到最小的 $u=(u_1, \cdots, u_m)$。这时，

$$p=(u_1/\sigma, \cdots, u_m/\sigma)$$

就是 P 的最优混合策略，均衡值是 $\omega=(1/\sigma)-\tau$。

同样，在约束条件

$$v_1,\ \cdots,\ v_n\geqslant 0$$

和

$$a_{11}v_1+\cdots+a_{1n}v_n\leqslant 1,$$

$$\cdots\cdots$$

$$a_{m1}v_1+\cdots+a_{mn}v_n\leqslant 1$$

之下，求出使目标函数

$$\sigma=v_1+\cdots+v_n$$

达到最大的 $v=(v_1,\ \cdots,\ v_n)$。这时，

$$q=(v_1/\sigma,\ \cdots,\ v_n/\sigma)$$

就是 Q 的最优混合策略，均衡值也是 $\omega=(1/\sigma)-\tau$。

例如在上述卡片翻红翻黑的游戏中，求 P 的最优混合策略的具体过程是这样的。

首先，取 $\tau=4$，使

$$B=\begin{vmatrix}1 & 1\\ -1 & 1\end{vmatrix}$$

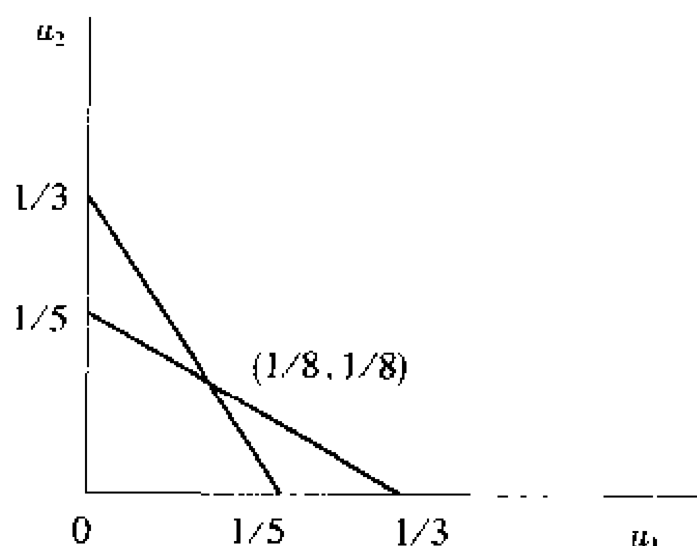
变成

$$A=\begin{vmatrix}1+4 & -1+4\\ -1+4 & 1+4\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}5 & 3\\ 3 & 5\end{vmatrix}$$

然后，在约束条件 u_1，$u_2\geqslant 0$ 和 $5u_1+3u_2\geqslant 1$，$3u_1+5u_2\geqslant 1$ 之下，求出使 $\sigma=u_1+u_2$ 达到最小的 $u=(u_1,\ u_2)$。

我们用图解法来解决这个问题。在 u_1u_2 平面上，u_1，$u_2\geqslant 0$ 表示非负象限即第一象限，区域 $5u_1+3u_2\geqslant 1$ 在直线 $5u_1+3u_2=1$ 的右上方，区域 $3u_1+5u_2\geqslant 1$ 在直线 $3u_1+5u_2=1$ 的右上方（见下页图）。现在请你把第一象限中位于这两条直线右上方的区

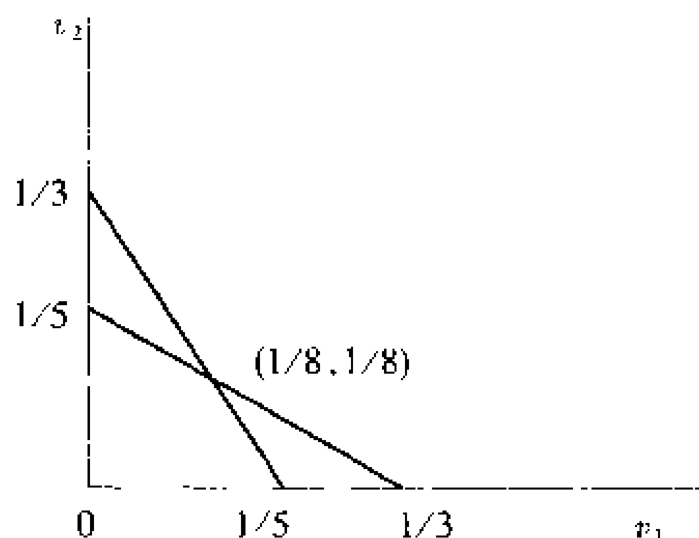
域，涂上阴影。这时，符合约束条件的所谓可行区域，就是下面图中你涂出来的阴影区域。符合“$u_1+u_2=$常数”的所有直线，都具有斜率—1。所以，既经过阴影区域，又使得直线方程“$u_1+u_2=$常数”中的“常数”最小的直线，就是通过阴影区域左下角的那条直线。也就是说，阴影区域中使得 $\sigma=u_1+u_2$ 达到最小的点，就是那个角，坐标为 $u_1=1/8$ 和 $u_2=1/8$。至此，你可以算出 $\sigma=u_1+u_2=1/4$。所以，P 的最优混合策略是 $p=(u_1/\sigma,\ u_2/\sigma)=(1/2,\ 1/2)$，均衡值是 $\omega=(1/\sigma)-\tau=4-4=0$。



简单线性规划问题几何解法

由此可见，在上述卡片翻红翻黑的游戏博弈中，P 最好是手持一枚硬币，每一局之前掷一次硬币，正面向上就翻红，反面向上就翻黑。因为掷硬币时正面向上和反面向上的概率正好都是 1/2，这样就可以保证平均在每局博弈中 P 的赢得不少于 ω。掷硬币决定的好处是，既实现了 $p=(1/2,\ 1/2)$ 的最优策略的概率要求，又保证了具体每次出红还是出黑的随机性。明白这个道理以后，你知道在掷硬币以决定自己在每一局中的具体策略时，

掷得的结果当然是千万不要让对方看到才好（见下图）。



简单线性规划问题几何解法

同样，如果求Q的最优混合策略，就在约束条件 $v_1, v_2 \geq 0$ 和 $5v_1+3v_2 \leq 1$，$3v_1+5v_2 \leq 1$ 之下，求出使 $\sigma=v_1+v_2$ 达到最大的 $v=(v_1, v_2)$。注意，这时候直线还是一样，但是阴影区域变成第一象限中两条斜线的左下方围成的地方，请把这个区域涂上阴影，我们要在阴影区域找出使得 $\sigma=v_1+v_2$ 达到最大的 $v=(v_1, v_2)$。明白这种方法，就容易求得 $v_1=1/8$，$v_2=1/8$。所以Q的最优混合策略是 $q=(v_1/\sigma, v_2/\sigma)=(1/2, 1/2)$，也是以出红和出黑的概率都是1/2那样随机地出牌为最佳，均衡值也是0。

上面，我们取 $\tau=4$ 进行计算。其实，取 $\tau=2$、3、5、……，都一样可以算出正确的结果来。请读者就取 $\tau=2$ 试试。

4. 再看两个例子

设P、Q两个局中人参加博弈，P有a、b两种纯策略，Q有c、d两种纯策略。P的赢得矩阵如下页图所示：

		Q c	Q d
P	a	5	3
P	b	3	5

这是一个 P“总是赢”的博弈。在一局博弈中，如果 P 取策略 a 而 Q 取策略 c，或 P 取策略 b 而 Q 取策略 d，P 的赢得就为 5，比较多；如果 P 取策略 a 而 Q 取策略 d，或 P 取策略 b 但 Q 取策略 c，P 的赢得就为 3，比较少。

这样的博弈偏袒 P，欺负 Q，似乎太不公平，但在现实世界中，确实存在着这样的博弈局面，比如强敌压境，敌我双方都兵分两路，若以我之稍强对敌之更强，则损失较大；若以我之弱牵制敌之强，以我之稍强对敌之稍弱，就可能减少损失。因此，如果你是 Q，那么最好不要意气用事，还是面对严酷的事实，考虑一下如何争取相对最好的结局为是。

按附录二讲的最优混合策略和均衡值的求法，很容易求出 Q 的最优混合策略 $q=(1/2, 1/2)$，P 的最优混合策略 $p=(1/2, 1/2)$，均衡值为 $\omega=4$。（事实上，从数学上讲，这个博弈与前面的卡片翻红翻黑游戏博弈的不同仅仅在于：前面我们用 $\tau=4$，而现在我们用 $\tau=0$，也就是“没有用”τ，别的完全一样。所以我们可以不经实际计算马上写出计算结果来。）因此，Q 只要采取最优混合策略 $q=(1/2, 1/2)$，就可以使得平均每局顶多输 4。这时，如果 P 不照最优混合策略 $p=(1/2, 1/2)$ 行事的话，则 Q 还可以少输一点，但是，如果一开始 Q 就认为反正是输而无所作为的话，就可能输得更惨。

298 现在设 P 有 a、b 两种纯策略，Q 有 c、d、e 三种纯策略，P 的赢得矩阵 B 为：

$$\begin{vmatrix} 2 & 1 & -1 \\ -1 & 2 & 3 \end{vmatrix}$$

那么如果首先取 $\tau=3$，得矩阵 A 为：

$$\begin{vmatrix} 5 & 4 & 2 \\ 2 & 1 & 6 \end{vmatrix}$$

然后在约束条件为：

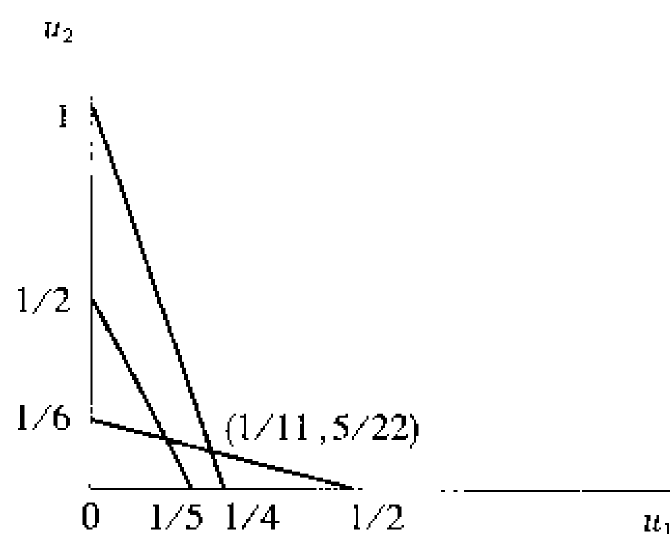
$$u_1, \ u_2 \geqslant 0$$

和

$$5u_1+2u_2 \geqslant 1$$
$$4u_1+u_2 \geqslant 1$$
$$2u_1+6u_2 \geqslant 1$$

之下，求出使目标函数 $\sigma=u_1+u_2$ 达到最小的 $u=(u_1, u_2)$。

从下图可知，解为 $u_1=1/11$，$u_2=5/22$。这时，$\sigma=u_1+u_2=7/22$，所以 P 的最优混合策略 $p=(u_1/\sigma, u_2/\sigma)=(2/7, 5/7)$，即应当以 $2/7\approx28.6\%$的概率采用策略 a，以 $5/7\approx71.4\%$的概率采用策略 b。均衡值 $\omega=(1/\sigma)-\tau=(22/7)-3=1/7$。



简单线性规划问题几何解法

如果求Q的最优混合策略，就先在约束条件为：

$$v_1, v_2, v_3 \geq 0$$

和

$$5v_1+4v_2+2v_3 \leq 1$$

$$2v_1+v_2-6v_3 \leq 1$$

之下，求出使目标函数 $\sigma=v_1+v_2+v_3$ 达到最大的 $v=(v_1, v_2, v_3)$。

求Q的最优混合策略的这个线性规划问题有三个变量 v_1、v_2、v_3。如果你学过一点解析几何，并且空间想像能力非常强，那么你可以用立体的图解法把它们求出来，得到 $v_1=0$，$v_2=2/11$，$v_3=3/22$。这时，$\sigma=v_1+v_2+v_3=7/22$，Q的最优混合策略 $q=(v_1/\sigma, v_2/\sigma, v_3/\sigma)=(0, 4/7, 3/7)$，均衡值 $\omega=(1/\sigma)-\tau=1/7$。

从原来的赢得矩阵，很难料到Q应当永远不用策略c。这个例子充分说明，只有正确的数学方法，才能引导我们得到正确的策略。在实际问题中，一方的纯策略往往不会只有两个。如果说某一方只有三个纯策略的情形还可以借助卓越的空间想像能力用图解法来对付的话，那么当双方的纯策略数目为四个、五个甚至更多时，直接的图解法就行不通了。幸亏线性规划问题已经有了很好的普适解法即单纯形法，因此，只要你学会了解线性规划问题的单纯形法，凡是零和二人博弈你就都会解了。

5. 外交谈判

外交谈判是对策论研究的重要课题。第二次世界大战前夕，英、法与德、意签订慕尼黑协定，将捷克斯洛伐克出卖给纳粹德国，纵容了侵略，助长了法西斯的气焰，后来导致了第二次世界大战的爆发。在慕尼黑谈判中，纳粹头子希特勒出尔反尔，得寸进尺，一再进行讹诈，而英国首相张伯伦却一味退让，始终不想

摊牌。从对策论的角度来看，张伯伦输掉了最大的一次外交谈判，其后果是几千万人丧失了宝贵的生命。

现在，我们用上面介绍的数学方法，通过一个扑克牌游戏博弈模型来分析一下外交谈判的策略。

设有甲、乙两人用扑克牌玩讹诈游戏，玩法如下：

每次，甲抽一张牌，看过后盖好。这时，甲可以“博”，也可以“认输”。如果甲认输，甲就输给乙 a 根火柴。如果甲博，乙可以“认输”，也可以“要求摊牌”。如果乙认输，则不管甲抽到的是黑牌还是红牌，乙都输给甲 a 根火柴。如果乙要求摊牌，则当甲抽得黑牌时乙输给甲 b 根火柴，当甲抽得红牌时甲输给乙 b 根火柴，我们还规定 $b>a$。这里，a 是起点，b 是加码，所以 $b>a$ 是很合理的要求。

甲抽到黑牌，毫无疑问是要博的，因为这样他至少可以赢得 a 根火柴。问题是抽到红牌怎么办，还博不博？因此，甲有两种纯策略：抽到红牌就认输的“不讹诈策略”和抽到红牌也要博的“讹诈策略”。

乙只有当甲博时才有影响一局对策的机会，所以乙也有两种纯策略：只要甲博就要求摊牌的“摊牌策略”和只要甲博就认输的“不摊牌策略”。

这样，我们就可以把这个讹诈游戏的甲的赢得矩阵写下来（见下图）：

		乙 摊牌策略	乙 不摊牌策略
甲	讹诈策略	0	a
甲	不讹诈策略	$(b-a)/2$	0

扑克牌讹诈游戏的甲的支付矩阵

具体计算如下：

设甲取讹诈策略，乙取摊牌策略。若甲抽得红牌，则甲赢得$-b$；若甲抽得黑牌，则甲赢得b。因为甲抽到黑牌和抽到红牌的概率是一样的，都是1/2，所以甲赢得b和$-b$的概率都是1/2。由此可见，平均来说每局甲的赢得是$[b+(-b)]/2=0$，矩阵左上角的0就是这样得到的。

设甲取讹诈策略，乙取不摊牌策略。每局甲不管抽得什么牌都博，乙老是认输，所以每局总是甲赢得a。

设甲取不讹诈策略，乙取摊牌策略。甲以1/2的概率抽到黑牌，这时他博，而乙要求摊牌，结果甲赢得b；甲以1/2的概率抽到红牌，这时他认输，结果赢得$-a$。所以平均来说每局甲的赢得是$[b+(-a)]/2=(b-a)/2$。

设甲取不讹诈策略，乙取不摊牌策略。甲以1/2的概率抽到黑牌，这时他博，乙认输，结果甲赢得a；甲以1/2的概率抽得红牌，这时他认输，结果赢得$-a$。因此甲的赢得矩阵的右下角元素是$[a+(-a)]/2=0$。

课堂教学经验告诉我们，如果把讹诈策略写成“红牌也博”策略，把不讹诈策略写成“红牌不博”策略，对于读者理解上述计算颇有好处（见下图）：

		乙：摊牌策略	乙：不摊牌策略
甲	红牌也博策略	0	a
	红牌不博策略	$(b-a)/2$	0

现在解这个对策问题。取$\tau=a$，将原来的赢得矩阵变成正矩阵

$$A=\begin{vmatrix} 0+a & a+a \\ [(b-a)/2]+a & 0+a \end{vmatrix}=\begin{vmatrix} a & 2a \\ (b+a)/2 & a \end{vmatrix}$$

这次我们先求乙的最优混合策略。首先在约束条件为：

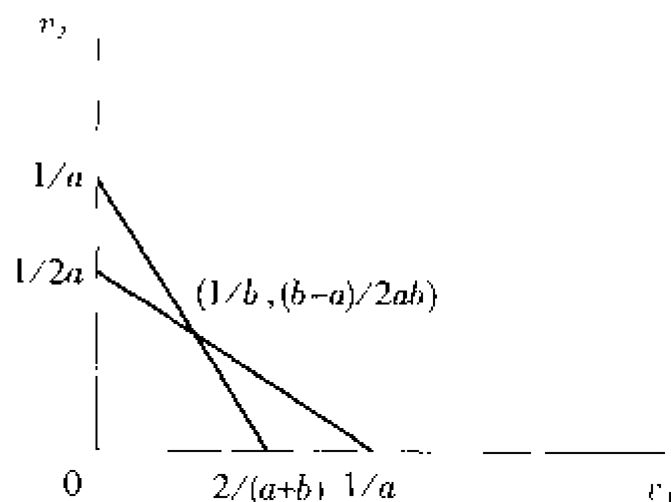
$v_1, v_2 \geqslant 0$

和

$av_1 + 2av_2 \leqslant 1$

$[(b+a)/2]v_1 + av_2 \leqslant 1$

之下，求使 $\sigma = v_1 + v_2$ 达到最大的 $v = (v_1, v_2)$。因为变量只有两个，所以可以用图解法来做，见下图。



简单线性规划问题几何解法

结果得到 $v_1 = 1/b$，$v_2 = (b-a)/2ab$。于是，$\sigma = v_1 + v_2 = (b+a)/2ab$，乙的最优混合策略为：

$q = (2ab/b(a+b), (b-a)/(b+a))$

$= (2a/(b+a), (b-a)/(b+a))$

同样可以求得甲的最优混合策略：

$p = ((b-a)/(b+a), 2a/(b+a))$

均衡值 $\omega = (1/\sigma) - \tau = a(b-a)/(b+a)$。

从这个例子可以得到什么教益呢？我们开始规定了 $b > a > 0$。

b 比 a 大，才值得一博。把甲的最优混合策略重写为：

$$p=([(b/a)-1]/[(b/a)-1],2/[(b/a)+1])$$

就可以看出，p 取决于 b 与 a 的比值 b/a。当 b/a 接近 1 即 b 接近 a 时，p_1 接近 0。所以若 b 与 a 相差无几，甲是不值得冒险讹诈的。b/a 越大，即博的分量 b 比本钱的分量 a 大得越多时，就越值得采取讹诈策略。这从下表可以看得很清楚：

b/a	p_1	p_2
1	0%	100%
2	33.3%	66.7%
9	80%	20%
19	90%	10%
99	98%	2%

同样，从

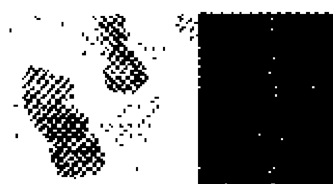
$$q=(2/[(b/a)+1],[(b/a)-1]/[(b/a)-1])$$

可以看出，乙的最优混合策略的情况正好相反：b 和 a 越接近，就越应当多采取摊牌策略；b 比 a 大得越多，就越应当多采取不摊牌策略。

虽然实际的外交谈判很难完全用这样简单的一个扑克牌讹诈博弈的数学模型来模拟，但它仍能给我们以深刻的启示。这是一个甲方总不吃亏的模型。慕尼黑谈判时的形势是怎样的呢？当时，英法要安抚纳粹德国，这就注定德国是不会吃亏的。但从另一方面说，纳粹德国刚刚从第一次世界大战后的巨额军费赔偿和严厉的军备限制中挣扎出来不久。虽然希特勒野心极大，但实际力量还不足以与英法抗衡。如果说谈判破裂会给英法带来“损

失”的话，那么这个损失（b）也不会比英法原已准备做出的让步（a）大多少。但是，张伯伦一味退让，不敢考虑摊牌，结果被希特勒窥破英法以绥靖求和平的心态，在谈判中一再加码，要价越来越高，最终导致捷克斯洛伐克的沦陷和第二次世界大战的爆发。

从博弈论的角度来看，如果张伯伦懂得一点必要时考虑摊牌的意义，20 世纪的历史可能就不是现在这个样子。



附录四：作为“最后归宿”的纳什均衡

前面我们说过，经济学习惯把市场力量对峙的稳定结局，叫做市场均衡，博弈的纳什均衡是博弈各方相互作用的稳定的结局。

普林斯顿大学经济学教授摩根（John Morgan），构造了下面这个博弈，帮助学生加深对于纳什均衡的体会。我们把这个博弈叫做“最后归宿”博弈，道理慢慢再说。

		乙 a	乙 b	乙 c
甲	A	2*, 2*	3, 1	0, 2
甲	B	1, 3	2, 2	3, 2
甲	C	2, 0	2, 3	2, 2

“最后归宿”博弈

这个博弈没有优势策略和劣势策略，所以不能使用劣势策略消去法。但是运用第10节讲的相对优势策略画线法，我们马上知道，甲采取策略A、乙采取策略a的对局（A，a），是这个博弈惟一的纯策略纳什均衡。在这个均衡之下，甲得2乙也得2。

喜欢再思考一步的同学，可能会这样想：既然在惟一的纳什均衡之下甲的所得为2，那么如果甲采用策略C岂不更好？要知道，采用策略C，甲之所得为2，是保了险的，因为这时候不管乙采用什么策略，甲都得2。但是在甲采用他的纳什均衡策略A的情况下，如果乙“不合作”而采用c，或者乙只是因为糊涂而采用c，那么甲就惨了，只能得0。人非圣贤，人非机器。人是会犯错误的。谁能保证乙一定合作呢？谁能保证乙不犯错误呢？

这样，为了“旱涝保收”可以得2，似乎甲采用策略C更有道理。

好，现在让我们看看，如果甲自作聪明不甘于纳什均衡策略，真的采用他以为“旱涝保收”的策略C，会有什么事情发生。

如果甲“不安本分”不甘均衡采用策略C，如下页图中的（1），那么乙为了自己的利益，必然改取策略b，这就是（2）。但是因应乙的策略新选择b，甲同样为了自己的利益，一定改取策略A，这就走到（3）了。现在甲回到策略A，如果乙还是傻乎乎地停留在策略b，他只能得1。所以，“理性人”利益最大化的原则要求乙改取策略a或者策略c，无论他改取策略a或者策略c，他都可以得到2。

如果他改取策略a，记为（4），那么双方就回到“原来”纳什均衡的位置；而如果他改取策略c，记为（4），就要把甲逼上只能得0的绝境。这时候，理性人利益最大化原则驱使甲选择策

		乙 (4')(6) a	(2) b	(4) c
	(3)(7') A	2*, 2*	3, 1	0, 2
甲	(5) B	1, 3	2, 2	3, 2
	(1)(7) C	2, 0	2, 3	2, 2

最终还是收敛到“最后归宿”

略B，即（5）。由于甲选择B策略，乙有了相应选择策略a而得3的机会，理性人利益最大化原则要求乙抓住这个机会不要错过，所以乙选择策略a，这就走到图上的（6）。现在，因为乙选择了策略a，甲不能呆在策略B只得1，而要选择可能得2的策略A或者策略C。

如果甲选择策略A，即（7'），那么双方角逐了半天，还是回到“原来”甲取策略A乙取策略a的纳什均衡。如果甲选择策略C，即（7），那就回到我们这场角逐的出发点甲以为可以“旱涝保收”得2的位置，这时候乙就一定会改取策略选择b，又开始新的一轮智力角逐循环。

情况就是这样：谁想偏离纳什均衡另搞一套，利益角逐的最终结果，还是回到纳什均衡的位置。在上面的图里，若甲因为“旱涝保收”的诱惑偏离纳什均衡，利益角逐的循环就会（1）、（2）、（3）、（4）［或者（4'）］、（5）、（6）、（7）＝（1）［或者（7'）］这么走下去，要么是（1）、（2）、（3）、（4'）这样回到纳什均衡，要么是（1）、（2）、（3）、（4）、（5）、（6）、（7'）这样回到纳什均

衡。当然，也可以（1）、（2）、（3）、（4）、（5）、（6）、（7）＝（1）开始新一轮的角逐。

总之，偏离纳什均衡就要引发智力角逐的循环，这些循环或者绕小圈子在（4）回到纳什均衡，或者绕大圈子在（7）回到纳什均衡。你看，只有纳什均衡才是博弈的稳定对局。

我们刚才从局中人甲不安本分偏离纳什均衡开始，演示上述利益角逐循环。如果从局中人乙不安本分偏离纳什均衡出发考虑问题，情况又怎样呢？请读者自己试试按照理性人利益最大化的原则走一遭。这应该是一个难度不大但是对于理解纳什均衡很有意义的练习。例子和练习告诉我们，着眼于博弈的过程，纳什均衡是理性博弈的归宿。

以上就是摩根教授设计的帮助学生深化对纳什均衡的理解的出色例子。现在你明白我们为什么把它叫做“最后归宿”博弈了吧。这样的例子，在经济学文献中有它的位置。

可能有读者会问，这么简单的例子，还有文献位置？

有。说摩根的例子简单，它的确简单。但是，作为深刻的例子，它并不会因为简单而失色。相反，简单正是它出色之处。同样深刻的例子，但是一个简单一个复杂，你喜欢哪一个？相信你喜欢简单的那个。的确，既简单又深刻的例子，是学人最推崇的创作。

记得我们在第49节借用劣势策略消去法讲过路径依赖，我们举了双方都只有三个策略可供选择的三行三列的矩阵的例子。当时我们提出，有兴趣的读者可以自己试试四行五列甚至八行七列的例子，验证路径依赖确是普遍的现象。

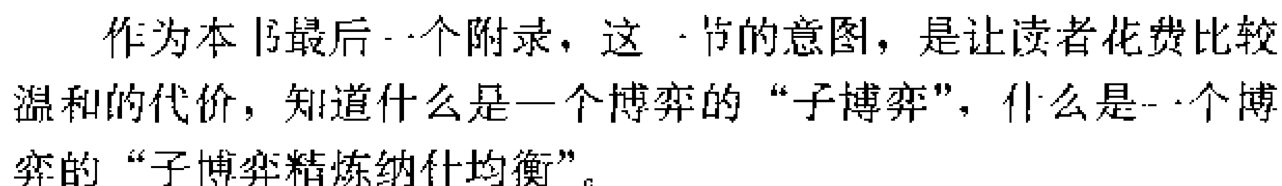
不知当时你做了没有，没有做也很正常。事实上，能够较好地演示路径依赖的矩阵博弈不容易做，但是需要说明，当时我们

建议试试四行五列甚至八行七列的例子，是因为行列多了，可能性比较丰富，演示路径依赖的天地就大。但是这并不是说行列越多越好。如果你能够用很少的行列，演示鲜明的路径依赖，就会是出色的博弈论和经济学创作。这将是很有价值的智力游戏。

我等待读者创作以矩阵形式的博弈简单而又鲜明地演示路径依赖的消息。



附录五：子博弈精炼纳什均衡



作为本书最后一个附录，这一节的意图，是让读者花费比较温和的代价，知道什么是一个博弈的“子博弈”，什么是一个博弈的“子博弈精炼纳什均衡”。

我们知道，1994 年度的诺贝尔经济学奖，授予三位对博弈论做出奠基性贡献的学者，他们是美国普林斯顿大学数学系的纳什教授、美国伯克利加州大学商学院的哈萨尼教授和德国波恩大学经济学系的泽尔滕教授。可是就牵涉的概念而言，本书到现在为止，只讲了一些与纳什均衡概念有关的内容，哈萨尼教授和泽尔滕教授的主要理论还完全没有涉及。这固然说明作为一门学科，博弈论可谓博大精深，但是也不免令人感到稍有遗憾。

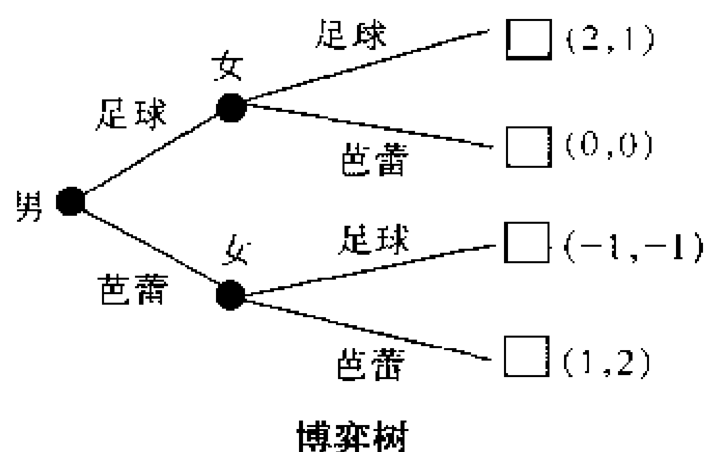
这个附录要讲的，主要是泽尔滕教授最早提出的“子博弈精炼纳什均衡”的概念。

动态博弈的策略

我们在前面讲过，为了讨论一个博弈，既可以采取矩阵式表示，也可以采用展开式表示。矩阵式博弈对于讨论同时决策的静

态博弈比较方便，展开式表示对于讨论讲究先后决策次序的动态博弈比较方便。

展开式表示也叫做树型表示，圆点表示决策点，小方块或者小菱形表示结果。例如情侣博弈，男的决策足球，女的也决策足球，结果男女一起看足球，男得 2 女得 1，他们的得益是（2，1），男前女后。其余（足球，芭蕾）得（0，0），（芭蕾，足球）得（−1，−1），（芭蕾，芭蕾）得（1，2），意思完全相同。虽然是从左往右伸，展开式表示的几何载体是图论中的“树”，所以叫做博弈树（见下图）。



博弈树

前面我们说过，在这个动态博弈中，决策是男先女后。男的策略仍然是两个：选择足球，还是选择芭蕾。女方现在是在知道男方的决策以后才行动的，所以要把这个“信息”因素考虑进去。这样，女方的策略一共有四个：

一、追随策略：他选择什么，我就选择什么；

二、对抗策略：他选择什么，我就偏不选什么；

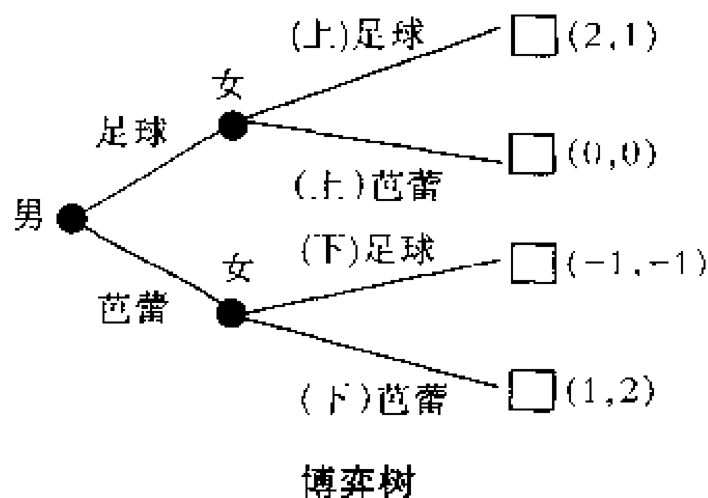
三、芭蕾策略：无论他选什么，我都选我喜欢的芭蕾；

四、足球策略：无论他选什么，我都选他喜欢的足球。

信息问题本来是博弈的一个非常重要的因素。但是为了在这

个附录中突出说明子博弈精炼纳什均衡的概念，我们暂时把这个信息因素撇开。这样，女方要在不知道男方的策略选择的情况下，考虑自己的策略选择。对于这种情况，读者可以想像双方都由代理人实施博弈实战，代理人按照主人的“锦囊妙计”行事，现在局中人要预先写好锦囊妙计。

既然后行的女方预先并不知道男方的策略选择，那么原来的策略一“追随策略：他选择什么，我就选择什么”和策略二“对抗策略：他选择什么，我就偏不选什么”，就无从谈起，但是策略三即“无论他选什么，我都选我喜欢的芭蕾”的芭蕾策略和策略四即“无论他选什么，我都选他喜欢的足球”的足球策略，仍然成立。因应情况的这种变化，女方的四个可能的策略选择，可以表达为：{足球，足球}、{足球，芭蕾}、{芭蕾，足球}和{芭蕾，芭蕾}，括号中的两个策略，头一个是在树的上面一枝的策略选择，后一个是在树的下面一枝的策略选择。为了区分上下枝同样名称的策略选择，我们把这些策略选择分别叫做“（上）足球”策略，“（上）芭蕾”策略，“（下）足球”策略，和“（下）芭蕾”策略，得到如下的树型表示：



博弈树

现在，决策还是男先女后。在男的决策点，可能的具体策略选择仍然是两个：选择足球，或者选择芭蕾。到了女方决策的时候，她要准备在上下两个不同的决策点都给出策略选择指示，所以可能的具体策略选择是四个，分别是：

{（上）足球，（下）足球}，

{（上）足球，（下）芭蕾}，

{（上）芭蕾，（下）足球}，和

{（上）芭蕾，（下）芭蕾}，

这里，花括号里面头一个是给上枝决策点的指令，后一个是给下枝决策点的指令。

二四得八，两人合起来一共八种可能的策略组合（strategy profile），或者说八种可能的结果或对局（outcome）。按照博弈论的标准思路，现在的问题是：这些可能的策略组合或对局中，哪些是纳什均衡呢？

一共八种可能的策略组合是：

（足球，{（上）足球，（下）足球}），

（足球，{（上）足球，（下）芭蕾}），

（足球，{（上）芭蕾，（下）足球}），

（足球，{（上）芭蕾，（下）芭蕾}），

（芭蕾，{（上）足球，（下）足球}），

（芭蕾，{（上）足球，（下）芭蕾}），

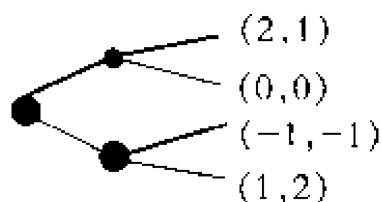
（芭蕾，{（上）芭蕾，（下）足球}），和

（芭蕾，{（上）芭蕾，（下）芭蕾}），

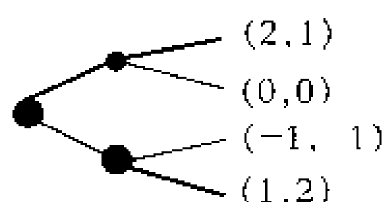
这里，圆括号里面第一个元素是男方的策略选择，比较简单，第二个元素是女方的策略选择，是一个花括号，前项给出对上枝决策点的指令，后项给出对下枝决策点的指令。

策略组合粗线表示法

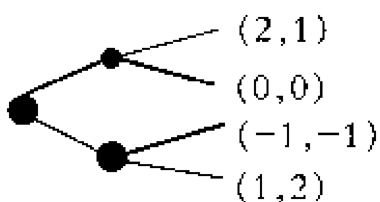
在中山大学岭南学院的教学表明，如果我们在博弈树中把局中人的具体策略选择特别用粗线标示出来，对于学生进行均衡分析非常有利。这样，上述全部八个可能的策略组合，即八种可能的对局，可以表示如下，其中小方块省去，并不影响讨论：



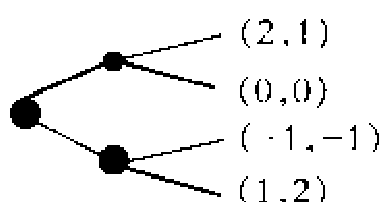
(足球，{足球，足球})对局



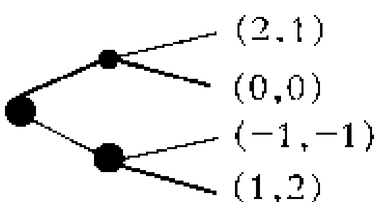
(足球，{足球，芭蕾})对局



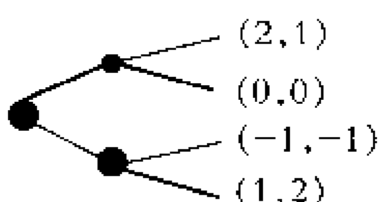
(足球，{芭蕾，足球})对局



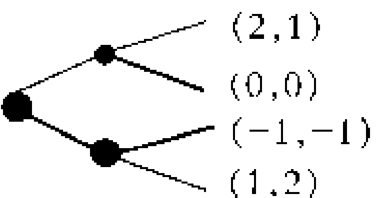
(足球，{芭蕾，芭蕾})对局



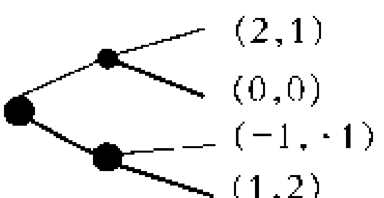
(芭蕾，{足球，足球})对局



(芭蕾，{足球，芭蕾})对局



(芭蕾，{芭蕾，足球})对局



(芭蕾，{芭蕾，芭蕾})对局

我们把这种表示法叫做策略组合或者对局的粗线表示法。利用粗线表示法，我们容易判定在所有八种可能的策略组合之中，哪些是纳什均衡的对局或者策略组合。

纳什均衡的虚线排除表示法

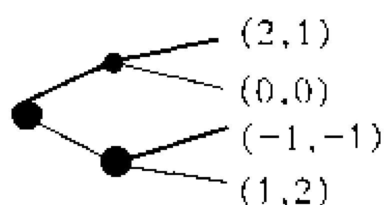
首先，左上角的（足球，{足球，足球}）对局，是纳什均衡，因为在这个对局形势之下，男方如果单独改变策略选择，他的所得将由 2 降为 −1，所以男方没有单独改变策略选择的激励，同样，女方也没有单独改变策略选择的激励，事实上女方改变（下）足球策略是没有用的，而如果改变（上）足球策略，她的博弈所得将由 1 降为 0。

其次，右上角的（足球，{足球，芭蕾}）对局，也是纳什均衡，因为男方单独改变，得益将从 2 降为 1，女方单独改变，得益要么不变，要么从 1 降为 0，可见他们都没有单独改变策略选择的激励。

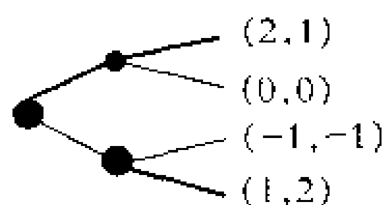
同样可知，右下角的（芭蕾，{芭蕾，芭蕾}）对局，也是纳什均衡，因为男方单独改变所得将从 1 降为 0，女方单独改变的话，要么不影响所得，要么使所得从 2 降为 −1。所以，处于这样的对局形势，双方都没有单独改变策略选择的激励。

其余五种对局，都不是纳什均衡。例如左下角的（芭蕾，{芭蕾，足球}）对局，因为女方如果单独改变原来的（下）足球策略而选择（下）芭蕾策略，她的博弈所得可以从 −1 增加到 2，所以女方有单独改变策略选择的激励，从而这个策略组合不是纳什均衡。

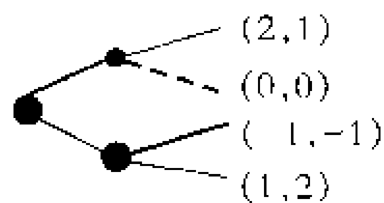
像上面那样用文字叙述哪些策略组合是纳什均衡哪些策略组合不是纳什均衡，很费篇幅。为此，我和我的学生约定，在粗线策略选择表示的博弈对局中，用粗虚线标示那些存在单独改变激



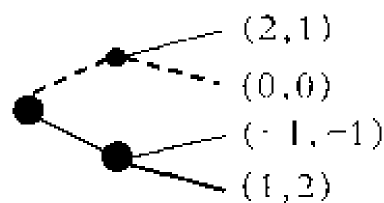
(足球,{足球,足球})对局



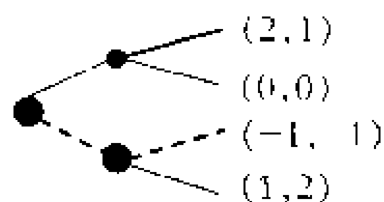
(足球,{足球,芭蕾})对局



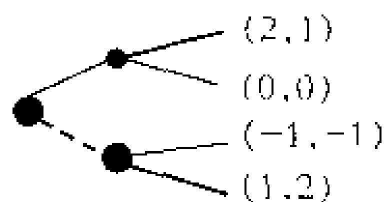
(足球,{芭蕾,足球})对局



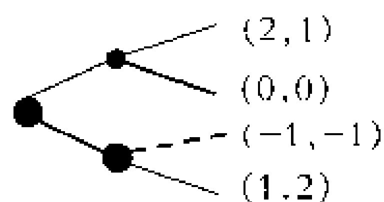
(足球,{芭蕾,芭蕾})对局



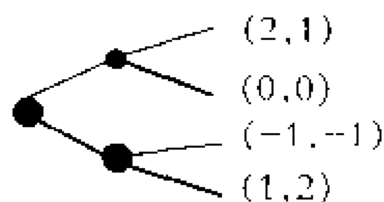
(芭蕾,{足球,足球})对局



(芭蕾,{足球,芭蕾})对局



(芭蕾,{芭蕾,足球})对局



(芭蕾,{芭蕾,芭蕾})对局

励的策略选择（见下图）。这样，学生做作业就方便了，不需要写那么多文字；教师批改作业也方便了，只需观察学生用虚线标示的策略选择是否真的包含单独偏离的激励。

这里要注意，在一个博弈对局中，只要有一个局中人的一个

策略选择包含单独偏离的激励，这个对局就不是纳什均衡。当我们用粗虚线标示那些存在单独改变激励的策略选择以后，在标示正确的前提下，凡是有虚线的博弈对局，就都不是纳什均衡，而不管有几处虚线；完全没有虚线的对局，就是纳什均衡的博弈对局。我们把这种作业法，叫做纳什均衡的虚线排除表示法。

采用虚线排除表示法来标示纳什均衡，教学效率明显提高。例如上面八种对局之中，五种有虚线，从而这些对局都不是纳什均衡，另外三种没有虚线，所以是纳什均衡的对局。如果没有作业法的这种约定，而是需要详细写出文字把八种对局都讲清楚，那是多么费劲的事情。如果费劲但是能够增进学问，还算值得，但是把所有对局是否纳什均衡的理由用文字写清楚，除了消耗精力增加疲劳以外，实在并不增进学问。

关于“树”的智力游戏

博弈论借以表达动态博弈的“树”，是数学的一个分支学科图论（graph theory）中的概念。图论里面的图（graph），是由节点（node）和连接节点的棱（edge）这两种元素组成的几何对象，其中每个点至少连接一条棱，每条棱连接两个节点，这两个节点叫做这条棱的两个端点。

设 A 和 B 是一个图的两个节点，如果这个图里有节点 X、Y、…、Z 使得 AX、XY、…、ZB 都是这个图的不同的棱，就说 AXY……ZB 是从 A 到 B 的一条路径（path）。如果对于图中的任意两个节点 A 和 B，都有从 A 到 B 的路径，就说这个图是连通图（connected graph）。

设 A 是图的任意一个节点，从 A 出发回到 A 的路径如果由不重复的棱组成，这个路径就叫做图里面的一个圈（loop）。不含圈的连通图，就叫做树（tree）。

为了与日常用语区别，关于数学上的树，现在我们不说一棵树，而是说一个树。同一个树的两个节点 A 和 B 的"距离"，可以定义为从 A 到 B 的路径所包含的棱的数目。这个定义的合理性基于以下事实：从 A 到 B 的路径惟一。

现在，我可以给喜欢数学思维的经济学读者出两个智力游戏的题目了：（1）首先，证明从 A 到 B 的路径惟一；（2）进一步，请你的志同道合的同学随便给你画一个不含圈的连通图，就是数学上说的树，然后你做给他看，随便以他的这个图的哪一个节点为根（root），你都可以按照其他节点与这个节点的距离的大小，从近到远，把这个图整理成我们在这个附录习惯的从根出发自左向右生长的树。这可以看做是一种对抗的游戏，你考我，我考你，体会在对抗中提升。

如果规定了一条棱的两个端点一个是起点另一个是终点，也就规定了这条棱的方向。规定了方向的棱，叫做有向棱。所有棱都是有向棱的图，叫做有向图（directed graph）。上面的智力游戏说明，凡是树都可以表达为一个连通的有向图：这只要从根出发，按照从近到远的规则，给每条棱定向。如果上面的智力游戏你会做，而且能够在游戏的基础上升华为命题的论证，你就明白树都可以表达为连通的有向图的道理。

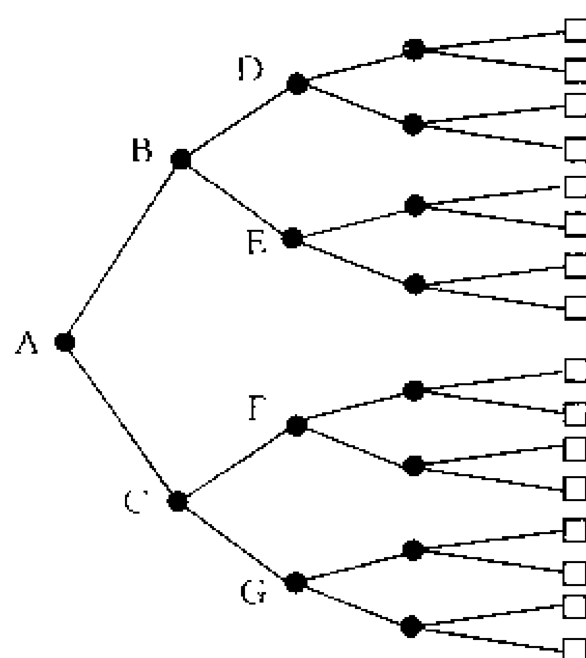
当我们把树表达为连通的有向图以后，作为根的节点，只是以它为端点的棱的起点，不是任何棱的终点，而其他作为决策点的每个节点，都是一条棱的终点和一些棱的起点。最后那些不再包含决策因素只是随后给出支付的节点，就是我们画成小方块的节点，每个都只是一条棱的终点，并且不是任何棱的起点。

博弈论教材和博弈论论文中的博弈树，除了画成从左到右的形式以外，还常常画成从上到下的形式。大自然的树，多半从下

往上生长。博弈论借用图论的树来表达动态博弈，因为着眼于思维视觉方便和绘图手势的方便，自然喜欢从左到右展开或者从上到下展开，一般不采用从下往上展开的方式。

树型博弈的子博弈

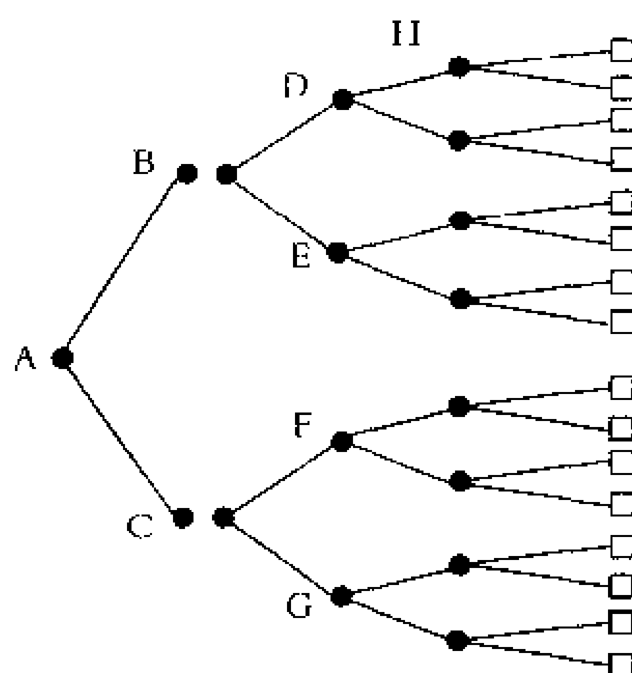
我们已经把一个动态博弈表示为一个博弈树。但是树的一枝、又可以看成一个树，这就引出子博弈的概念。



一个较大的博弈树

上面我们画了一个较大的博弈树，圆点是决策点，小方块是对局结果，菱形的右边应该写出博弈各方在这种对局下之所得。但是现在为了集中注意力说明子博弈的概念，表示得益的数目字都一概不写了。不仅如此，我们连局中人和可供每个局中人选择的策略都一并省略，从而我们甚至不知道上述博弈有几个局中人！但是这一切省略或者忽略，不仅并不妨碍我们说明现在就要引进的子博弈的概念，而且恰恰摒弃了对于子博弈概念本身来说并不重要的东西。

现在我们只看这个大树，这是以 A 为根的一个树。但是如果我们在 B 这个地方砍一刀，那么从 B 往右，还是一个树，是一个以 B 为根的小很多的树。同样，如果我们在 C 这个地方砍一刀，那么从 C 往右是一个以 C 为根的比较小的树。再往右，从 D、E、F、G 甚至 H、I、J、K……这些地方“下手”，都可以“砍”出小树来，是更小的树（见下图）。



树和子树

数学上，把从 B 或者 C 或者 D 或者 E 或者 F 或者 G 往右的小树，即以 B 或者 C 或者 D 或者 E 或者 F 或者 G 为根的小树，叫做原来以 A 为根的树的子树（subtree）。进一步，以 D 或者 E 为根的小树，既是以 A 为根的大树的子树，也是以 B 为根的树的子树；以 F 或者 G 为根的小树，既是以 A 为根的大树的子树，也是以 C 为根的树的子树。

一个大树表示一个博弈，一个小树同样表示一个博弈。如果小树是大树的子树，那么小树表示的博弈，就是大树表示的博弈

的子博弈（subgame）。上面大树表示的博弈，有许多个子博弈。

为了实际讨论的方便，我们约定，大树不算自己的子树，原来的博弈不算自己的子博弈。这个约定是因为，规定集合是自己的子集合，逻辑学上比较方便，所以比较讲究理论性的著作，都把大树也作为自己的子树，把原来的博弈也算做自己的子博弈。我们讲究实际应用，会发现采取“凡人思维”，就像不把自己看做自己的儿子那样，不把大树看做自己的子树、不把博弈看做自己的子博弈，会使讨论变得朴素简单。

子博弈精炼纳什均衡

我们从上述情侣博弈的分析中已经知道，在所有八种可能的对局之中，有三种是纳什均衡的对局。现在的问题是：三种之中，哪一种或者哪一些最可能发生呢？事实上，我们所有围绕纳什均衡的讨论，思路可以说都是探寻最可能发生的并且具有最好的稳定性的结果。

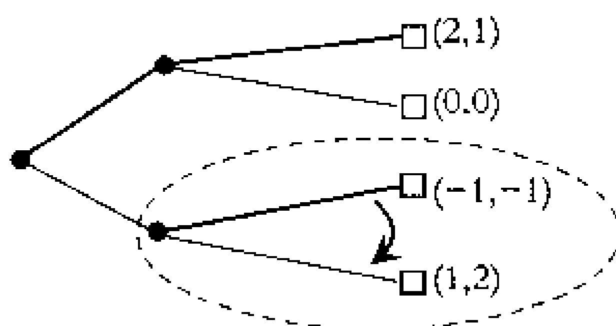
针对这个问题，泽尔滕提出了子博弈精炼纳什均衡（subgame perfect Nash equilibrium）的概念：在一个博弈的所有作为纳什均衡的策略组合当中，那些局限在每个子博弈上都仍然是那个子博弈的纳什均衡的策略组合，叫做子博弈精炼纳什均衡。

按照这个定义，当我们利用博弈树考察一个纳什均衡的时候，只要局限于任何一个子博弈上它不再是纳什均衡，所考察的纳什均衡就不是子博弈精炼纳什均衡。

首先让我们看动态情侣博弈三个纳什均衡中的第一个。我们不再用剪开的办法标示我们关注的子博弈，而采用细虚线圈住的方式。现在，我们考察作为纳什均衡的（足球，{足球，足球}）对局。从理性行为的要求看，这个策略对局的指向（－1，－1）的一枝，即如果先行的男孩选择芭蕾，后行的女孩却会选择足

球，有点不合常理，因为跟着选择芭蕾的话她可以得 2，而选择足球只能得 −1。可见，如果利益最大化真的是女孩的行为模式，那么她的这个策略选择没有信服力。

事实上，（足球，{足球，足球}）对局虽然是这个博弈的纳什均衡，但不是这个博弈的子博弈精炼纳什均衡。因为局限在下面虚线圈住的只有两枝的子树所标示的子博弈上，指向（−1，−1）的策略选择有单独偏离的激励，这次我们用表示激励偏离方向的箭头标示。这种偏离激励箭头标示法，是我们的学生的发明（见下图）。

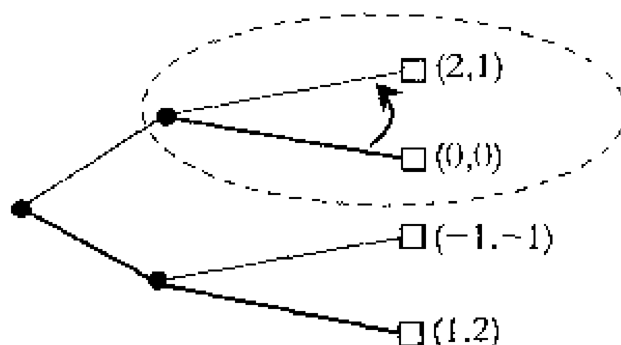


（足球，{足球，足球}）对局

可见，子博弈精炼纳什均衡的概念，帮助我们排除一些至少缺乏局部稳定性的纳什均衡。

再看动态情侣博弈三个纳什均衡中的第三个。作为原博弈的纳什均衡的（芭蕾，{芭蕾，芭蕾}）对局，在我们虚线圈住的对局当中似乎包含一种威胁：如果男孩选择足球的话，女孩一定和他作对选择芭蕾。但是按照局中人都是理性人的假设，这个威胁并不可信。事实上，在男孩已经选择足球的情况下，女孩也选择足球可以得 2，坚持选择芭蕾只能得 0。正如图中箭头所示，在男孩选择足球的情况下女孩也要芭蕾的策略选择，具有单独偏离

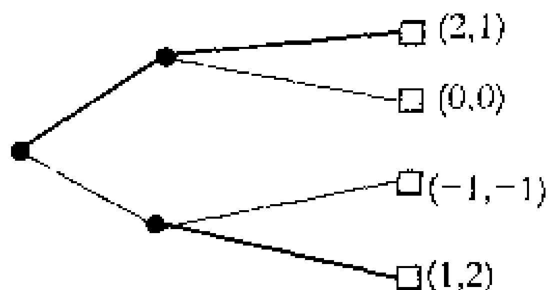
的激励，所以，这个纳什均衡不是子博弈精炼的纳什均衡。



（芭蕾，｛芭蕾，芭蕾｝）对局

说到这里我们是否可以体会，子博弈精炼纳什均衡，应该是经得起每个子博弈均衡检验的纳什均衡。例子告诉我们，包含不可信威胁的纳什均衡，不是子博弈精炼的纳什均衡。

最后剩下按照原来的排列次序位于第二的那个纳什均衡，即（足球，｛足球，芭蕾｝）对局。这个策略组合，无论从全局看还是从每个局部看，都符合稳定性的要求，符合最优性的要求。指向（2，1）的策略选择，没有改变为指向（0，0）的策略选择的激励；指向（1，2）的策略选择，没有改变为指向（−1，−1）的策略选择的激励（见下图）。

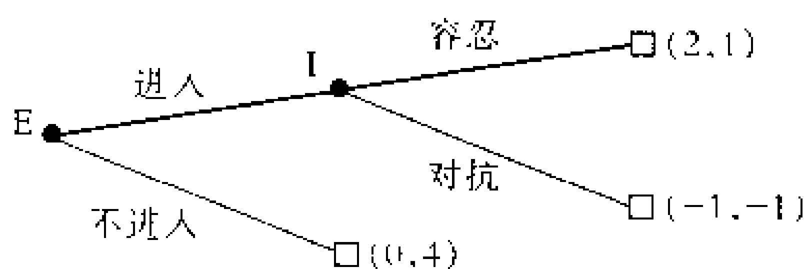


（足球，｛足球，芭蕾｝）对局

子博弈精炼和逆向推理

非常简单的动态博弈也可以演示威胁的可信性。下面的例子取自美国一本著名的《微观经济学理论》研究生教材，博弈论可以说是微观经济学的一个分支。

假定现存的一个企业I垄断了某个市场，每年的利润是4个亿。现在，企业E考虑是否打进这个市场。如果企业E决定进入，而企业I容忍它进入，以后每年企业E将获得利润2个亿，企业I的利润将下降到1个亿。如果企业E决定进入，但是企业I和他对抗，这里说的是一直对抗，那么以后每年企业E和企业I都损失1个亿。这样，我们可以把两个企业的博弈表达为下面的非常简单的博弈树：



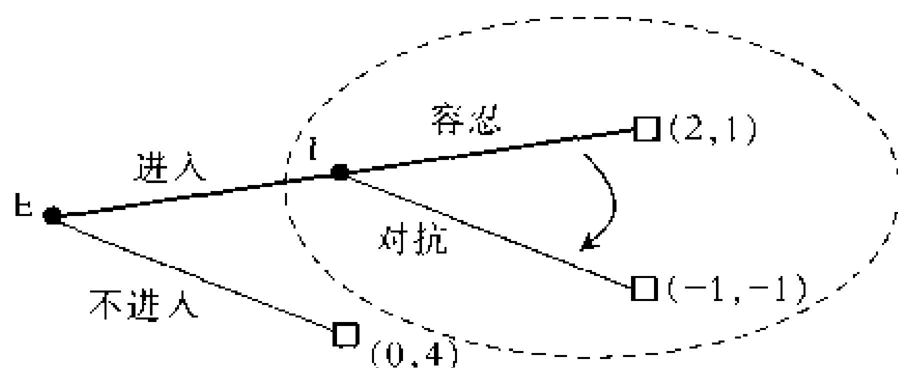
（进入，容忍）对局

很清楚，这个非常简单的动态博弈有两个纳什均衡，一个如上，是（进入，容忍）对局，另一个是（不进入，对抗）对局。在上面的博弈树，我们只要注意画粗线的两段所代表的策略选择，都没有单独偏离的激励，就知道（进入，容忍）对局是一个纳什均衡。

再看（不进入，对抗）对局。首先，读者可能会问：人家不进入，你还对抗什么？但是话不能这样说。当我们画了下面图上指向（−1，−1）的粗实线的时候，它表示的策略就是“只要E

进入，I就对抗"，而不管E到底有没有进入。

好了，现在指向（0，4）的策略选择没有单独改变的激励，因为这是E的策略选择，改变将使他的得益从0降为−1；指向（−1，−1）的策略选择也没有单独改变的激励，因为这是I的策略选择，给定E的策略选择是不进入，那么无论I采取什么策略，都影响不了自己的得益。可见，（不进入，对抗）是纳什均衡，虽然对抗并没有发生。



（不进入，对抗）对局

但是，（不进入，对抗）这个纳什均衡，不是子博弈精炼纳什均衡。这只要看指向（−1，−1）的策略选择，原来在全局因为影响不了结果所以没有单独改变的激励，但是现在在虚线圈住的局部，I单独改变它的这个策略选择，他的得益将从指向 −1 上升为1。

事实上，I的指向（−1，−1）的这个策略选择，包含一个威胁：如果你进入，我就要对抗。可是，在上述博弈的支付结构之下，如果E真的要进入，I的最优策略选择其实是容忍。清楚这个情况，我们就知道I的以指向（−1，−1）粗线宣示的威胁，并不可信。

总起来，两个纳什均衡之中，只有一个是子博弈精炼的纳什均衡，它就是（进入，容忍）对局。

完美博弈的库恩定理

在纳什均衡水平的博弈论讨论，经常出现得到"太多"纳什均衡的局面，泽尔滕教授提出的子博弈精炼均衡，哈萨尼教授提出但是本书没有讲到的"贝耶斯"均衡，还有其他一些均衡，都帮助我们把更有可能发生的那些均衡提炼出来。

那么，是否能够保证每个树型表示的动态博弈都有纳什均衡呢？答案依赖于条件。下面的库恩定理给出一个重要的回答。

库恩定理：完美信息的有限动态博弈（sequential game of perfect information）都有纳什均衡。

库恩（Harold Kuhn）是纳什的同学和挚友，美国普林斯顿大学现已退休的教授。定理的"有限"条件，可以理解为博弈树有限，不是无限生长的博弈树。"完美信息"是本书没有认真讲到的一个概念，但是我们在本书第53节首次介绍博弈的展开式表示的时候，实际上已经初步接触过这个概念，不过既没有说明，更没有展开。

记得我们在第53节说过：矩阵式博弈对于同时决策的静态博弈比较方便，展开式表示对于先后决策的动态博弈比较方便。但是，矩阵式表示也可以用于动态博弈，展开式表示也可以用于静态博弈。例如，面对静态的情侣博弈，我们把原来先男后女的博弈展开图上女的位置的两个决策点"罩"起来当成一个点，不让分辨，那么究竟男的决策足球还是决策芭蕾，女的是不知道的。这样"罩"了以后，展开式就可以表达静态博弈了。这种把某个局中人的两个或者几个同时刻决策点"罩"起来的做法，对于进一步的博弈论讨论，非常重要。

具体来说，把某个局中人的两个或者几个同时刻决策点“罩”起来，就成为这个局中人的一个“信息集”。当博弈进行到一个信息集的时候，因为被“罩住”，当事的局中人并不知道博弈现在实际上走到他的这个信息集中的哪个决策点。也就是说，当事的局中人并不知道他的“上家”已经采取的具体的策略选择。

博弈论里面有所谓“历史清楚”的概念。具体来说，如果轮到一个局中人行动的时候，他对于这个博弈进行到这个时刻的所有历史完全清楚，即他对他前面所有局中人的所有已经采取的行动都很清楚，这样的博弈叫做完美信息博弈（games of perfect information）；否则就是非完美信息博弈（games of imperfect information）。信息集因为“罩住”两个或者几个决策点，使得当事的局中人因为不知道博弈具体走到信息集里面的哪一个决策点，从而不清楚博弈的历史。这样，我们知道，凡是不存在“罩住”两个或者几个决策点的这种信息集的博弈，就是完美信息博弈。记得我们在本附录开始的时候说“暂时把信息因素撇开”，其实就是暂时回避非完美信息博弈的存在。

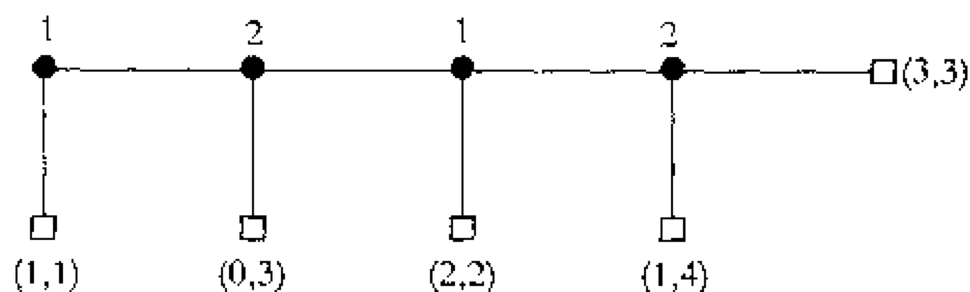
完美信息的有限博弈，都可以采用逆向推理的方法得到至少一个纳什均衡。事实上，这也是库恩定理证明的思路。所谓逆向推理，就是我们在第58节讲的倒推论证，也就是我们在第65节说的倒推法。本书讨论过的蜈蚣博弈，就是完美信息的有限博弈。我们当时利用逆向推理，得到蜈蚣博弈的纳什均衡。

倒推法实际上是从博弈树的最末端的子博弈开始，逐次排除有偏离激励的策略选择。大家知道，最末端的子博弈，是最小的子博弈。随着倒推法的进行，作为考察范围的子博弈一级一级被套住变得越来越大，最后是整个原来的博弈，能够通过倒推法检

验的策略组合，因为在上述逆着“倒推法路径”一个套一个的所有子博弈里面都没有偏离激励，所以不但是博弈的纳什均衡，而且是博弈的子博弈精炼都纳什均衡。

现在我请读者做一个练习，说明利用逆向推理得到的蜈蚣博弈的纳什均衡，是子博弈精炼纳什均衡。

如果把一个树型博弈从根到其他节点的路径所包含的棱的数目的最大值叫做这个树型博弈的长度，我们知道蜈蚣博弈的树比较长。为了完成蜈蚣博弈这个练习，建议先考虑下面短得多的蜈蚣博弈那样的博弈：



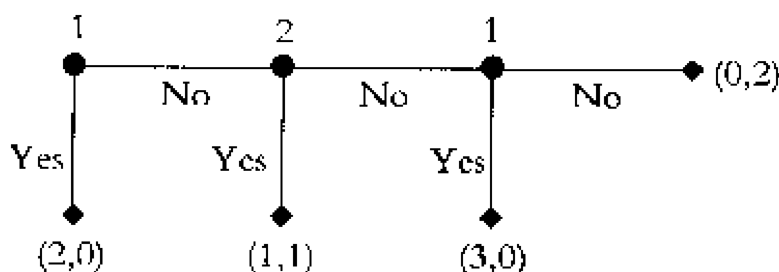
长度为 4 的一种蜈蚣博弈

这个博弈已经有许多纳什均衡，但是只有一个子博弈精炼纳什均衡。请读者把这个博弈所有的纳什均衡找出来，再论证其中可以用倒推法做出来的那个纳什均衡是子博弈精炼纳什均衡，并且再没有其他子博弈精炼纳什均衡。注意，这个博弈有三个子博弈。前面已经说过关于粗实线法、粗虚线法和虚线圈住法的约定，所以我们已经有足够方便的符号，供你简明地给出解答。

做完这个比较短的蜈蚣博弈以后，只要你善于归纳，长度为 N 或者长度为 200 的蜈蚣博弈，你也会解了。总的情况是，纳什均衡非常多，多至天文数字，但是蜈蚣博弈的子博弈精炼的纳什均衡只有一个，那就是可以用倒推法做出来的那个。

最后，向读者提供我给本科生开博弈论课的一个考题，大家可以体会我的考试与人为善，对学生非常友好。坦率地说，这是期末考试中最浅的一道题目。可是，这本通俗读物的读者也会做大学博弈论课的个别考题，毕竟是可喜可贺的事情。

所考的博弈的树型表示如下。要求读者用粗实线和粗虚线画出全部8个可能的对局或者策略组合，粗虚线标示不是纳什均衡的对局。这样做了以后，3个纳什均衡对局也清楚了。最后，用虚线圈住的子博弈和相应的标示具有偏离激励策略的箭头，排除那些不是子博弈精炼均衡的纳什均衡，得到惟一的子博弈精炼的纳什均衡。



这个题目不难，却也取自美国吉本斯教授那本著名的博弈论教材。

需要说明的是，本书在这里提出的要求，是实质分析的要求，考察读者是否会做实质分析，而我给学生考试，除了要求正确图示即会做实质分析以外，还要求他们以策略组合的标准形式表达各种对局。所谓策略组合的标准形式，就是附录开始时“(芭蕾，{足球，足球})对局”、“(芭蕾，{足球，芭蕾})对局”那样的表述，现在应该把“足球”、“芭蕾”换成“Yes”、“No”。作为专业的经济学训练，不仅要求会做实质分析，而且要求专业表达。语言是思维的载体，表达是专业的基石。表达能力欠缺，

学术难以升级。

在结束本书的时候，我们提请读者注意，“同一个”英文单词 perfect，在博弈论中具有两种不同的意思，而且这两种意思我们都谈到过。在 games of perfect information 中，perfect information 是对博弈进程的要求，要求博弈进行的历史清楚。在 subgame perfect equilibrium 中，我们要注意 perfect 已经不是单独使用的，而是紧接 subgame 使用，subgame perfect 原意就是 subgame-perfect，subgame perfect 是对博弈结构的要求。前面说“同一个”英文单词，“同一个”打了引号，就是强调它们已经不是同一个单词：一个是单独的 perfect，另一个是连用的 subgame perfect，并不一样。有鉴于此，我们赞成“完美信息博弈”和“子博弈精炼均衡”这样的中文说法。

好了，现在我们已经明白什么是子博弈精炼纳什均衡，懂得在比较简单的情况下如何确定子博弈精炼纳什均衡。写到这里，我作为作者，颇有一点儿成就感。读者读到这里，也会有自己的体会。

我和我的学生正在全力撰写本科生使用的博弈论教材，很快就要付梓出版。读完《新编博弈论平话》，如果你对于博弈论发生兴趣但是又感到不满足，可以留意中国人民大学出版社的出版消息。

索　引

（按汉语拼音次序排列，括号中的数字是首次出现的节次。）

A

B

边际效用递减规律（41）

博弈三要素（8）

不完全信息博弈（53）

不完全信息动态博弈（53）

不完全信息静态博弈（53）

C

策略（8）

D

倒推论证（58）

得益（8）

动态博弈（53）

斗鸡博弈（40）
对策论（3）
E
F
反应函数法（附录二）
冯·纽曼（J. Von Neumann）（26）
风险厌恶（43）
风险优势（38）
G
概率向量（附录二）
H
哈萨尼（John C. Harsanyi）（26）
后动优势（51）
混合策略（附录一）
霍特林模型（14）
I
J
基数（12）
基数支付矩阵（12）
静态博弈（53）
矩阵表示（8）
矩阵表示（53）
局中人（8）
K
L

理性人（5）
猎人博弈（36）
路径依赖（49）
旅行者困境（67）
M
摩根斯滕（O. Morgenstern）（26）
N
纳什（John F. Nash）（26）
纳什定理（附录一）
纳什均衡（6）
O
P
帕累托改善（37）
帕累托效率（47）
帕累托优势（36）
帕累托最优（47）
偏离损失比较法（42）
普通劣势策略消去法（9）
普通纳什均衡（9）
Q
R
S
树型表示（53）
T
U

V

W

完全信息博弈（53）
完全信息动态博弈（53）
完全信息静态博弈（53）
蜈蚣博弈（65）

X

先动优势（51）
线性规划问题（附录三）
相对优势策略画线法（10）
小鸡博弈（40）
泽尔滕（Reinhard Selten）（26）
行动（8）
序数（12）
序数支付矩阵（12）

Y

严格劣势策略（2）
严格劣势策略消去法（2）
严格纳什均衡（9）
严格优势策略（2）
严格优势策略均衡（2）
以牙还牙策略（62）
赢得（8）
赢利（8）
有限博弈（附录一）

Z

展开式表示（53）
支付（8）
支付矩阵（8）
智猪博弈（21）

封面页
书名页
版权页
前言页
目录页
1　　博弈论，从公明老弟讨价还价讲起
2　　囚徒困境与严格优势策略均衡
3　　价格大战和双赢对局
4　　为什么多数情形是非合作博弈？
5　　公共品供给的囚徒困境
6　　情侣博弈和纳什均衡
7　　情侣博弈的其他例子
8　　“公明博弈”的优势策略均衡
9　　普通劣势策略消去法的讨论
１０　　不会漏过纳什均衡的相对优势策略画线法
１１　　政治家的囚徒困境
１２　　基数支付矩阵和序数支付矩阵
１３　　纳什均衡与杂货铺定位
１４　　西方两党政治的稳定性和欺骗性
１５　　动机和实现不是一回事
１６　　摊贩为什么都往市场门口挤？
１７　　学校门口等出租车的争先行为
１８　　分“蛋糕”的纳什均衡
１９　　靠左走还是靠右走
２０　　银行挤兑的成因和预防
２１　　智猪博弈和“搭便车”行为
２２　　为什么大股东挑起监督经理的重任
２３　　美苏争霸的囚徒困境
２４　　为“和平与发展”作博弈论论证
２５　　如何让禁鸣喇叭成为交通顺畅的开始
２６　　普林斯顿的博弈论大师
２７　　桂冠学者，爱心玉成
２８　　从情侣博弈说经济模型
２９　　情侣博弈的哲理启示
３０　　博弈论不能包医百病
３１　　诺曼底登陆
３２　　普林斯顿大学的一道习题
３３　　诺曼底登陆模拟：取胜概率相等
３４　　诺曼底战役决策的天文气象因素
３５　　诺曼底战役的反间谍故事
３６　　猎人博弈和帕累托优势
３７　　为什么说改革到了重要的关口
３８　　串通作弊和风险优势
３９　　营造克己奉公的制度环境
４０　　斗鸡博弈和航行规则
４１　　“最惠客待遇”对谁有利？
４２　　风险优势的判定

４３　　说说风险优势的从属地位
４４　　风险厌恶的统计和理论
４５　　赌博和股市投机
４６　　中国股市：投机多赚的阶段终将过去
４７　　数据不同，结果各异
４８　　贵人行为理应高贵
４９　　路径依赖是怎么回事？
５０　　改革进程要注意路径依赖问题
５１　　先动优势和后动优势
５２　　再说后动优势
５３　　博弈的展开式表示
５４　　策略作为完整的行动方案
５５　　力保垄断的“进入障碍”
５６　　破釜沉舟和占岛断桥的战略
５７　　“波音”与“欧洲空中客车”的争斗
５８　　博弈重复又如何？
５９　　分“蛋糕”的动态博弈
６０　　多轮博弈又如何
６１　　模型思维和语言表达
６２　　以牙还牙得冠军
６３　　以牙还牙策略的一个替代
６４　　如果必须冒险，不妨先去冒险
６５　　博弈论向自己出难题
６６　　别人的信封总是更诱人
６７　　精明过头没好处
６８　　串谋博弈实验
６９　　实验博弈又一例：１美元的价格
７０　　孩子被绑票，付不付赎金
７１　　如何确定歹徒的类型
７２　　威胁和承诺是否可信
７３　　信息甄别与威胁的可信性
７４　　惩罚的保证
７５　　所罗门王断案与偏好显示
７６　　少数如何击败多数
７７　　贵在博弈论意识
附录一：混合策略和纳什定理
附录二：计算纳什均衡的反应函数法
附录三：对策论、外交谈判及其他
附录四：作为“最后归宿”的纳什均衡
附录五：子博弈精炼纳什均衡
索引
附录页